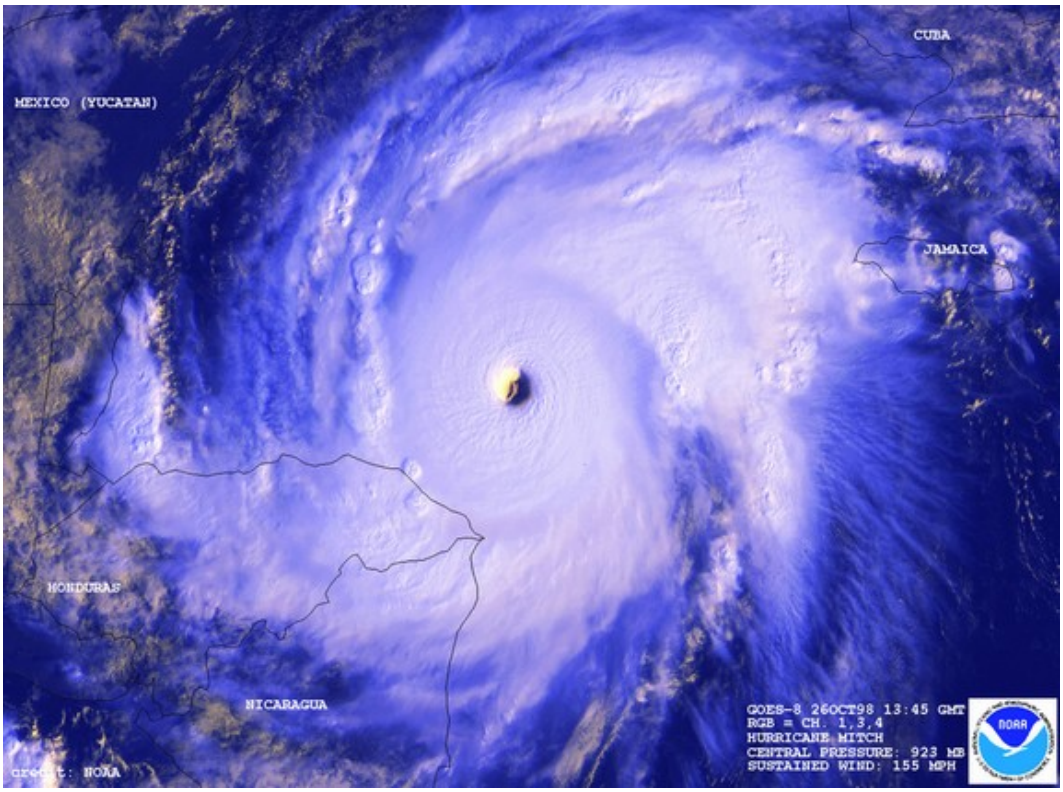
Institut für Geographie
Department Geowissenschaften
Universität Hamburg

Naturgefahren und Katastrophenvorsorge in Nicaragua

Dargestellt am Beispiel der Region León

Diplomarbeit



Vorgelegt von:
Daniel Batlle
Matr. Nr. 5595642

Betreut von:
Prof. Dr. Frank N. Nagel (1. Gutachter)
Prof. Dr. Jürgen Böhner (2. Gutachter)

Hamburg
September 2008

Das Bild auf dem Deckblatt zeigt Hurrikan Mitch vor der Küste Nicaraguas und Honduras am 26.08.1998. Die Folgen dieses tropischen Wirbelsturms hatten weit reichende Konsequenzen für das Katastrophenmanagement in Nicaragua, diese werden in der vorliegenden Arbeit erläutert. (Bildquelle: http://www.osei.noaa.gov/mitch.html)

Vorwort

Mein erster Kontakt zu Nicaragua im Oktober 1998 war ungewöhnlich und prägend zugleich. Er bestand aus der Bitte meines Vorgesetzten – im Kenntnis meiner Zweisprachigkeit – ein spanischsprachiges Hilfeersuchen des Bürgermeisters der Stadt León an den Bürgermeister Hamburgs zu übersetzen. Wenige Tage nach Durchzug der Hurrikan Mitch hatte dieser händeringend um jegliche Hilfe gebeten und ließ in diesem Schreiben keine Zweifel an der Not welche die Bürger der Stadt infolge des Sturms erlitten hatten.

Nur wenige Monate später bot sich mir die Gelegenheit einer Dienstreise nach Nicaragua, in der ich mich von dem hohen Schadensausmaß den der Hurrikan verursacht hatte selbst überzeugen konnte. Neben dem Schrecken der bei vielen Menschen noch zu verspüren war, boten sich mir auch viele positive Eindrücke, die ein persönliches Interesse an Nicaragua erwachen ließen. So faszinierte mich dieses Land unter anderem wegen seiner landschaftlichen Schönheit und der freundlichen, genügsamen und immer fröhlichen Art der „Nicas“ – trotz ihrer bitteren Armut.

Später sollte sich dieses persönliche Interesse, geprägt durch Kontakte und Begegnungen, in ein wissenschaftliches Interesse für die oft tragische Geschichte des Landes, die faszinierende Geographie Mittelamerikas und dem Umgang mit extremen Naturgefahren in Nicaragua verwandeln. Das Ergebnis dieses wissenschaftlichen Interesses liegt nun vor – und auch wenn es anmaßend erscheinen mag – so soll dieses mein später, bescheidener Beitrag zu dem damaligen Hilfeersuchen des Bürgermeisters von León für seine Bürger sein.

Für das Gelingen dieser Arbeit möchte ich noch ein paar Worte loswerden:

Ich danke Dr. Jürgen Steidinger vom ASB- Nicaragua, dessen freundliche logistische Unterstützung meine Untersuchungen vor Ort in der kurzen verfügbaren Zeit erst ermöglichte.

Timon Hoppe und Henning Sanftleben sei für ihre guten Ratschläge und der wertvollen Hilfe gedankt. Kirsten Milhahn muss die kritische Durchsicht des Rohmanuskriptes hoch angerechnet werden. Damit wurde das Risiko möglicher Fehler denkbar reduziert. Dennoch

Abkürzungsverzeichnis

AMO	Atlantic Multidecadal Oscillation
ASB	Arbeiter Samariter Bund
BGR	Bundesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BMZ	Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
CARE	Cooperative for Assistance and Relief Everywhere
CEPREDENAC	Centro de Coordinación para la Reducción de Desastres Naturales en América Central
COMUPRED	Comité Municipal de Prevención de Desastres
COLOPRED	Comité Local de Prevención de Desastres
DIPECHO	Disaster Preparedness of the European Committee Humanitarian Office
DKKV	Deutsches Komitee für Katastrophenvorsorge e.V.
DWHH	Deutsche Welthungerhilfe
ECHO	European Community Humanitarian Office
FEMID	Fortalecimiento de Estructuras Locales en la Mitigación de Desastres
GTZ	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit GmbH
IDNDR	International Decade of Natural Disaster Reduction
INETER	Instituto Nacional de Estudios Territoriales
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
ISDR	International Strategy for Disaster Reduction
MAGFOR	Ministerio Agropecuario y Forestal
MARENA	Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales
MINSA	Ministerio de Salud
NGO	Nichtregierungsorganisation
PNRDN	Plan Nacional de Respuesta ante Desastres en Nicaragua
SINAPRED	Sistema Nacional para la Prevención de Desastres
SNPMAD	Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres
UNDP	United Nations Development Program
VENRO	Verband Entwicklungspolitik deutscher NRO e.V.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort……..III

Abkürzungsverzeichnis……..V

1 Einleitung……...1

1.1 Motivation……...2

1.2 Aufbau der Arbeit……...3

1.3 Theoretischer Rahmen……4

1.4 Abgrenzung des Untersuchungsgebietes……5

1.5 Methodik……6

1.6 Forschungsablauf……7

1.6.1 Auswahl der Untersuchungsorte ……7

1.6.2 Auswahl der Befragten und Umfang der Befragung……..7

1.6.3 Interviewdurchführung……...…8

2 Naturgefahren Einleitung……... 9

2.1 Geotektonische Lage……. 9

2.2 Klimatische Lage …… 10

2.3 Auswirkungen des El Niño ……. 11

3 Naturgefahr Vulkanismus ……12

3.1 Vulkangefahren ……12

3.1.1 Vulkanogene Massenströme ……13

3.1.2 Aschenfälle ……...15

3.1.3 Vulkanische Erdbeben ……..16

3.2 Die Vulkankette Nicaraguas ……16

3.3 Auflistung der Vulkane Nicaraguas ……19

3.4 Explosivität und Magmenzusammensetzung ……...20

3.5 Vulkanische Gefährdung der Region León ……..20

3.6 Vulkane der Region León ……21

3.6.1 Cerro Negro 21

3.6.2 Momotombo 22

3.6.3 San Cristóbal 23

3.6.4 Telica ……...23
3.6.5 El Hoyo ……24
3.7 Vorsorge vor Vulkangefahren ……..24

4 Naturgefahr Erdbeben ……..26
4.1 Erdbebengefahren ……26
4.1.1 Bodenbeschleunigung ……..27
4.1.2 Massenbewegungen ……27
4.1.3 Bodenverflüssigung ……..27
4.1.4 Brände ……..28
4.2 Seismische Gefahrenzonierung Nicaraguas ……29
4.3 Erdbebengefährdung der Region León ……31
4.4 Wiederkehrperioden ……34
4.5 Erdbebenvorsorge ……34

5 Naturgefahr Tsunami ……37
5.1 Tsunamigefahren ……..38
5.2 Tsunamigefährdung der Region León ……39
5.3 Tsunamivorsorge ……40

6 Naturgefahr Gravitative Massenbewegungen ……44
6.1 Gefahren aus Massenbewegungen …….. 44
6.2 Massenbewegungen in Nicaragua……45
6.3 Gefährdung der Region León……46
6.4 Vorsorge vor Massenbewegungen……46
6.4.1 Monitoring……46
6.4.2 Schutzmaßnahmen……47

7 Naturgefahren der Atmosphäre ……...50
7.1 Risikoentwicklung durch Klimawandel……....50
7.2 Tropische Wirbelstürme……53
7.3 Gefahren tropischer Wirbelstürme……54
7.3.1 Windlast ……...55
7.3.2 Niederschläge …….. 55

7.3.3 Flutwellen……..56
7.3.4 Tornados ……...56
7.4 Hurrikangefahr in Nicaragua ……57
7.5 Überschwemmungsgefahr in Nicaragua ……..59
7.6 Vorsorgemaßnahmen ……...60

8 Katastrophenvorsorge in Nicaragua…… 62
8.1 Einleitung ……62
8.2 Von der Reaktion zur Prävention: die IDNDR ……62
8.3 Regionale Zusammenarbeit ……..63
8.4 Bewusstseinswandel durch Mitch ……65
8.5 Mitch offenbart strukturelle Fehler in Nicaragua ……68
8.6 Das Gesetz Nr. 337 ……...69
8.7 Aufgaben und Organisation des SINAPRED ……...71

9 Wiederaufbau mit Vorsorgeelementen ……74
9.1 Das Projekt FEMID ……74
9.2 Implementierung von Katastrophenvorsorge in Nicaragua ……76
9.3 Gemeindeorientierte Katastrophenvorsorge in León ……...77
9.4 Das interkommunale Frühwarnsystem in León ……...78

10 Lage in den Gemeinden ……79
10.1 Sozioökonomische Situation ……79
10.2 Lokale Maßnahmen der Katastrophenvorsorge ……...80
10.2.1 Risikoanalysen, Beteiligung ……80
10.2.2 Notfall- und Evakuierungspläne ……...81
10.2.3 Selbsthilfebrigaden ……...81
10.2.4 Schulische Erziehung ……...81
10.3 Wissen, Erfahrung und Wahrnehmung ……82
10.3.1 Kenntnisse der Gefahren ……..82
10.3.2 Erfahrung ……..83
10.3.3 Wahrnehmung der Gefahren ……84
10.4 Migrationserwägung ……84
10.5 Wege und Nutzung der Frühwarnung ……..86

10.6 Sicherheitsempfinden ……...88
10.7 Akzeptanz, empfundener Nutzen, Unterstützung ……90

11 Zusammenfassung und Ausblick……...91
12 Glossar ……94
13 Literatur ……100

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Wirkungsgefüge der Katastrophenvorsorge…….. 5
Abbildung 2: Untersuchungsgebiet …… 6
Abbildung 3: Hypozentren vor Nicaragua …….. 9
Abbildung 4: Vulkanische Front ……... 17
Abbildung 5: Seismische Gefahrenzonen Nicaraguas ……... 30
Abbildung 6: Linien gleicher horizontaler Beschleunigung …….. 33
Abbildung 7: Tsunami- Warnschild in der Region León ……42
Abbildung 8: Tropensturm Alma …… 59

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Vulkane Nicaraguas ……. 19
Tabelle 2: Cerro Negro ……. 21
Tabelle 3: Momotombo 22
Tabelle 4: San Cristóbal 23
Tabelle 5: Telica 23
Tabelle 6: El Hoyo 24
Tabelle 7: Hurrikan Skala ……..54
Tabelle 8: Gegenüberstellung der Gesetze ……70
Kasten 1: Das Erdbeben von 1972 in Managua …….. 36
Kasten 2: Der Tsunami im September 1992 in Nicaragua …….. 43

Anhang

Anhang A: Liste der Befragten (Leitfadeninterviews)
Anhang B: Liste der Befragten (Expertengespräche)
Anhang C: Interviewleitfaden
Anhang D: Karte Risikoklassifizierung Nicaraguas
Anhang E: Nicaragua Länderprofil

1 Einleitung

Nicaragua ist durch seine naturräumliche Lage einer Vielzahl von Naturgefahren unterschiedlicher Entstehungsart ausgesetzt. Das Land liegt in einem Bereich erheblicher tektonischen Spannungen, welche aus der Subduktion der Cocos- Platte unter die Karibische Platte resultieren und in dessen Folge geologisch-geomorphologische Prozesse wie Erdbeben, Tsunamis und der aktive Vulkanismus auftreten (Vgl. Kap. 3-5). Die häufig vorkommenden hydrometeorologischen Ereignisse sind durch die Lage Nicaraguas zwischen der Karibik und dem tropischen Pazifik innerhalb der Passatzirkulation bedingt, von wo aus insbesondere in der Regenzeit zahlreiche tropische Wellen und Wirbelstürme einströmen und sich durch extreme Niederschlagsereignisse mit hohen Windgeschwindigkeiten auszeichnen (vgl. Kap. 7).

Extreme Naturereignisse hat es in Nicaragua in der Vergangenheit schon immer gegeben. Betrachtet man die letzten Jahrhunderte, so findet man eine Vielzahl von Ereignissen, welche hohe Schäden hervorgerufen haben (vgl. INETER 2000; INCER BARQUERO 2000). Dennoch haben diese im letzten Jahrhundert – insbesondere seit den 1950er Jahren – stetig zugenommen (WHEELOCK ROMÁN 2000). Das ist besonders problematisch, weil Nicaragua als eines der ärmsten Entwicklungsländer, dadurch in seiner Entwicklung immer wieder zurückgeworfen wird (SANDNER 1999). Schätzungen zufolge verliert Nicaragua jährlich ca. 10% des Brutto-Inland-Produktes alleine durch extreme Naturereignisse (WHEELOCK ROMÁN 2000). Die zahlreichen Entwicklungsbemühungen Nicaraguas, unterstützt von Industriestaaten und internationalen Organisationen, werden dadurch immer wieder beeinträchtigt.

Die Schäden durch Hurrikan Mitch (1998) wiesen in Nicaragua strukturelle Fehler im Umgang mit den Naturgefahren auf und offenbarten die Notwendigkeit eines integrativen Katastrophenmanagements mit besonderem Fokus auf die Katastrophenvorsorge. Denn nur mit einer angepassten Vorsorge können in Nicaragua die potentiellen, durch Naturgefahren verursachten Schäden an Leib und Eigentum vermieden oder zumindest vermindert und eine nachhaltige Entwicklung ermöglicht werden.

1.1 Motivation

Die Region León wurde aufgrund folgender Gesichtspunkte ausgewählt:

1. Aufgrund seines besonders hohen Gefahrenpotentials:
Die Lage am Pazifik, mit der Nähe zur Subduktionszone und zu den aktiven Vulkanen bedingen die Exposition gegenüber einer Vielzahl von Naturgefahren aus denen ein besonders hohes Gefahrenpotential für diese Region hervorgeht.

2. Aufgrund seiner besonders hohen Vulnerabilität:
In der Niederung des Küstenbereichs befinden sich eine Vielzahl kleinerer Ortschaften mit ausgeprägter landwirtschaftlicher Struktur, umgeben von mehreren städtischen Zentren wie beispielsweise der Stadt León als zweitwichtigstem Wirtschaftszentrum Nicaraguas. Mit insgesamt ca. 500.000 Einwohnern lebt hier fast ein Zehntel der Gesamtbevölkerung Nicaraguas auf relativ engem Raum.

Die Kombination aus besonders hoher Exposition und Vulnerabilität in dieser Region führen dazu, dass diese trotz des allgemeinen Katastrophenrisikos in Nicaragua, infolge extremer Naturereignisse in hohem Maße gefährdet ist und daher die Katastrophenvorsorge hier von besonderer Bedeutung sein sollte. Unter diesem Aspekt schien die Region daher besonders gut für eine Untersuchung der örtlichen Gegebenheiten und Maßnahmen geeignet, welche seitens der Regierung (sowohl lokal als auch national) eingesetzt und implementiert werden. Zudem eignet sich die Region aufgrund der hohen Anzahl bereits durchgeführter Maßnahmen der Katastrophenvorsorge als Beispiel, wie entsprechende gesetzliche Vorgaben zum Katastrophenschutz in der Gemeinschaft umgesetzt werden.

3. Aufgrund persönlicher Erfahrungen und Kenntnissen des Untersuchungsgebietes:
Die Städtepartnerschaft zwischen Hamburg und León ermöglichte mehrere Aufenthalte in der Region in den Folgejahren nach Hurrikan Mitch (1999, 2000, 2001). Hierbei konnte sowohl Einblick in das Schadensausmaß eines extremen Naturereignisses, als auch in die Katastrophenschutzstrukturen vor Ort gewonnen werden. Zudem ließ sich beobachten, wie die Betroffenen im Nachhinein mit der Situation umgingen und wie Anpassungsmaßnahmen in den Gemeinden durchgeführt wurden.

Ziel der Arbeit ist daher die Erläuterung konkreter und potentieller Naturgefahren, denen die Region León ausgesetzt ist. Mit Hinblick auf das bestehende Gefahrenpotential soll der Aufbau des nationalen Systems für Katastrophenmanagement erläutert werden, welches nach dem Hurrikan Mitch mit dem Ziel gegründet wurde, die aus Naturereignissen hervorgehenden Risiken durch entsprechende Vorsorge zu verringern.

Dabei soll erfasst werden, welche Gegenmaßnahmen in der Region theoretisch möglich sind und welche Schritte seitens der zuständigen Behörden (auf lokaler und nationaler Ebene) tatsächlich unternommen werden. Ein besonderer Fokus liegt hierbei auf der lokalen Ebene Leóns mit der ausgebauten Infrastruktur eines interkommunalen Frühwarnsystems und dem Aufbau der Gemeindeorientierten Katastrophenvorsorge. Zudem soll diese Arbeit zeigen, inwiefern bestehende Katastrophenschutzmaßnahmen, bei den Menschen in der Region greifen. Dieses lässt wiederum darauf schließen, inwieweit geplante Maßnahmen von der Bevölkerung überhaupt angenommen werden. Die Alltagsprobleme der Einheimischen sind wichtige Bestandteile dieser Diskussion und müssen bei der Planung von Schutzmaßnahmen grundsätzlich berücksichtigt werden. Nur wenn auch Risikowahrnehmung, Belange und Traditionen der Bevölkerung berücksichtig werden, lassen sich künftig sinnvolle Handlungsempfehlungen erarbeiten und erfolgreich durchsetzen.

1.2 Aufbau der Arbeit

Im ersten Teil der Arbeit wird der Entstehungshintergrund der Untersuchung erläutert, weiterhin die Problemstellung und die Zielsetzung der Untersuchung formuliert und in den Forschungskontext eingebunden (vgl. Kap 1).

In Teil zwei werden die unterschiedlichen Naturgefahren, denen Nicaragua ausgesetzt ist, zunächst umfassend auf Makroebene dargestellt. Darüber hinaus wird speziell die Situation der Region León erläutert. Hierbei werden sowohl die physisch geographische Situation, als auch die potentiell machbaren technischen oder planerischen Gegenmaßnahmen beschrieben (vgl. Kap. 2- 7).

Im dritten Teil soll geklärt werden, wie sich in Nicaragua der Wandel von einem reaktiven Katastrophenschutz zu einem präventiven Katastrophenrisikomanagement mit dem Ziel vollzogen hat, durch geeignete Gegenmaßnahmen die Naturrisiken und die Katastrophenschäden in dessen Folge zu reduzieren. Hierbei werden die Strukturen des

Katastrophenmanagements von der nationalen bis zur lokalen Ebene unter Einbeziehung der Gemeindeorientierten Katastrophenvorsorge und dem Aufbau eines Frühwarnsystems in der Region León aufgezeigt (vgl. Kap. 8- 9).

Teil vier zeigt die reale Situation vor Ort in den Gemeinden auf. Hierbei soll geprüft werden, inwiefern die geplanten und durchgeführten Maßnahmen zur Katastrophenvorsorge bei den Betroffenen greifen. Probleme sollen aufgezeigt und Handlungsempfehlungen ausgesprochen werden (vgl. Kap. 10-11).

1.3 Theoretischer Rahmen

Die vorliegende Arbeit orientiert sich an der geographischen Hazardforschung. Sie verfolgt einen anwendungsbezogenen Ansatz mit dem Ziel, Menschenleben und materielle Werte zu schützen. Dabei wird auf folgende zentralen Fragen der geographischen Hazardforschung Bezug genommen (vgl. GEIPEL 1992; WILMS 2005; FELGENTREFF & DOMBROWSKY 2008):

- Welche Gebiete sind durch extreme Naturereignisse gefährdet?
- Welche Schäden drohen in diesen Gebieten?
- Welche Abwehrmaßnahmen sind grundsätzlich und theoretisch möglich?
- Wie werden die Naturgefahren von den potenziell Betroffenen wahrgenommen und bewertet?
- Wie werden mögliche Abwehrstrategien und Gegenmaßnahmen angenommen?
- Wie kann im Schadensfall optimal reagiert werden?
- Wie lässt sich die Verletzlichkeit im sozialen Kontext in realistischer Weise reduzieren?

Die erste Frage lässt die Verankerung des Ansatzes im klassischen Mensch- Umwelt-Paradigma der Geographie erkennen und dient als Anhaltspunkt bei der Untersuchung der Naturgefahren in Nicaragua. Hier stehen die Wechselbeziehung zwischen den beiden Systemen Mensch und Umwelt im Zentrum. Die übrigen Fragen zielen auf die so genannten *Adjustments*, auf Anpassungen und Gegenmaßnahmen ab, welche durch die Katastrophenvorsorge reflektiert werden. Anhand dieser Fragen soll geklärt werden, inwiefern das Katastrophenrisiko in der Region León künftig reduziert werden kann. Somit erhält die Arbeit eine zunehmend planerische und ökonomische Dimension und innerhalb des Rahmens der Hazardforschung einen interdisziplinären Ansatz.

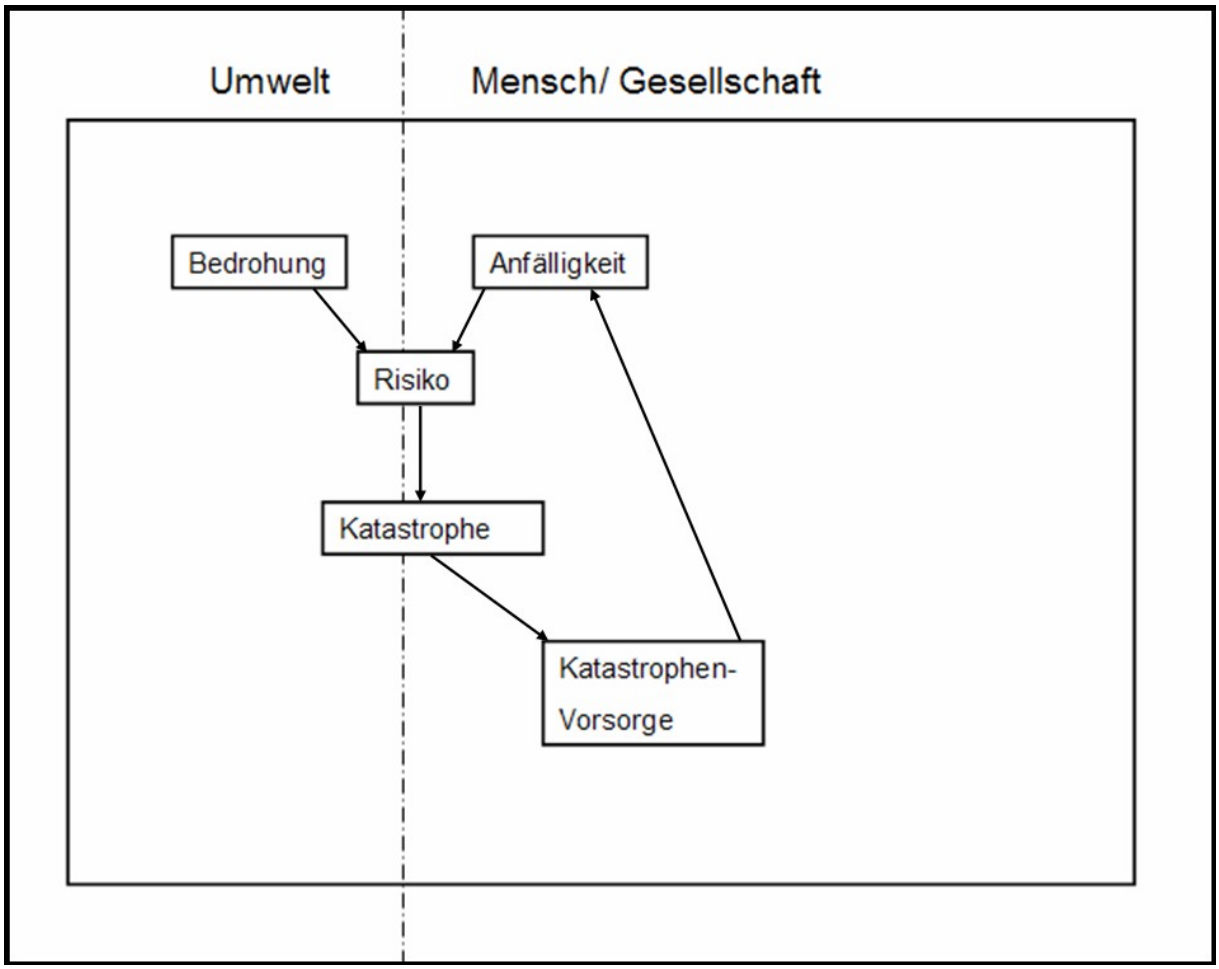


Abbildung 1: Wirkungsgefüge der Katastrophenvorsorge (Eigene Darstellung)

1.4 Abgrenzung des Untersuchungsgebietes

Unter dem Aspekt, das Untersuchungsgebiet sinnvoll abzugrenzen, wurde von den administrativen Gebietseinheiten um die Stadt León bewusst abgewichen und ein Gebiet gewählt, in dem das Katastrophenrisiko ähnlich hoch ist. Bei Betrachtung der Bevölkerungsdichte und der Gefährdungslage wurde nicht das ganze Departamento León (vergleichbar zur Länderebene) gewählt. Stattdessen liegt der Fokus auf der Niederung zwischen der Pazifikküste und der Vulkankette Los Maribios (vgl. Abb. 2), da vor allem dort das Katastrophenrisiko deutlich erhöht ist. Hierbei wurde einen Radius von etwa 50 km um die Stadt León gezogen, welcher sich über das Municipio León (vergleichbar Kreisebene) hinaus in umliegende Gebiete der Departamentos Chinandega und Managua zieht. Dieses gesamte Territorium entspricht der „Region León“. Trotz der Eingrenzung des Untersuchungsgebietes unter dem Aspekt vergleichbarer Katastrophenrisiken wird bei der graphischen Darstellung der Naturgefahren hiervon abgewichen. Stattdessen wird aufgrund der verfügbaren Datenlage auf die administrativen Grenzen der Kreisebene (Municipios) zurückgegriffen.

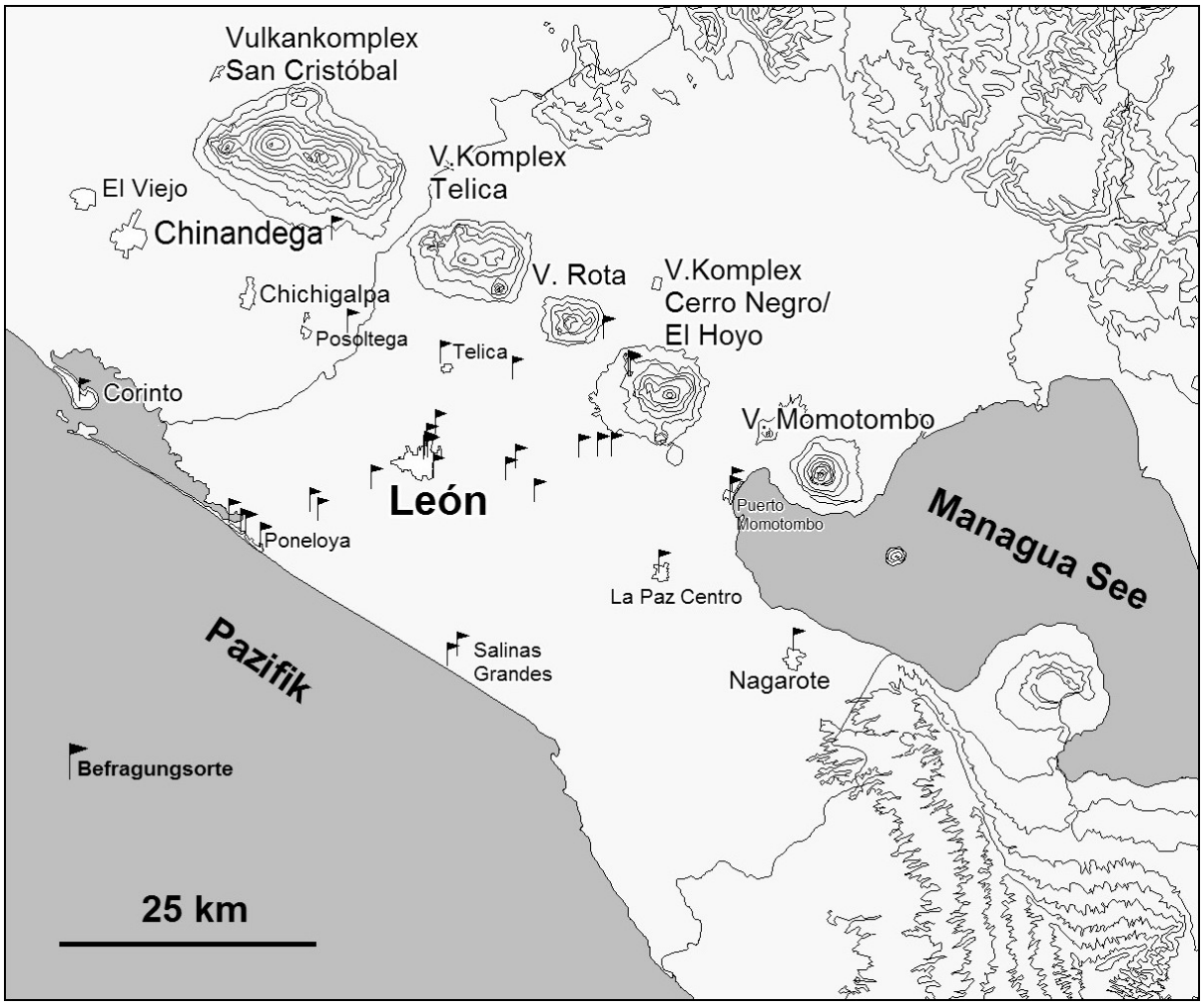


Abbildung 2: Untersuchungsgebiet (Eigene Darstellung)

1.5 Methodik

Für die Darstellung von Naturgefahren und Katastrophenvorsorge wurde eine grundlagenorientierte Literaturrecherche durchgeführt, ergänzt durch die Befragungen von Experten und Betroffenen vor Ort.

Bei der Feldarbeit in Nicaragua wurde die teilnehmende Beobachtung, neben den Befragungen, als Erhebungstechnik der qualitativen Sozialforschung angewandt. Diese Methode bedient sich keines systematischen Erhebungsplans, wodurch der Beobachter selbst bestimmt, auf welche Art er was und wie lange beobachtet. Hierbei eröffnet sich diesem die Möglichkeit, komplexe Situationen und Handlungsprozesse beinahe unbeschränkt zu erfassen. Durch die unmittelbare, persönliche Beziehung zu den Beobachteten können durch Partizipation an ihrem natürlichen Lebensbereich Daten gesammelt werden (vgl. HIDAJAT 2001).

Die Befragungen wurden als problemzentrierte Interviews in Form von offenen, halbstrukturierten Befragungen durchgeführt. Hierbei sollten die Befragten möglichst frei zu Wort kommen wodurch der Informationsfluss erhöht werden sollte.

Für die graphischen Darstellungen mit Raumbezug wurde auf verschiedene Programme, wie beispielsweise Polyplot, Arc GIS und Fugawi zurückgegriffen. Diese wurden auch in Kombination eingesetzt.

1.6 Forschungsablauf

1.6.1 Auswahl der Untersuchungsorte

Das Untersuchungsgebiet umfasste die gesamte Region León (vgl. Kap. 1.4). Da bereits in 108 Gemeinden der Region vom Arbeiter Samariter Bund (ASB) Maßnahmen Gemeindeorientierte Katastrophenvorsorge getroffen und Warnsysteme installiert wurden (STEIDINGER & GRAW 2005), konnten die zu untersuchenden Gemeinden nur stichprobenartig ausgewählt werden. Hierbei wurde darauf geachtet, trotz der lokal unterschiedlichen Gefährdungssituation einen möglichst repräsentativen Querschnitt unterschiedlich gefährdeter Gemeinden zu erhalten. Weiterhin fiel die Wahl auf Ortschaften, die bereits mehrfach von Naturkatastrophen heimgesucht worden sind, wie etwa im Fall der Gemeinden Las Peñitas und Poneloya (heimgesucht durch den Tsunami 1992) sowie der Gemeinde Rolando Rodriguez (verschüttet durch die Hangrutschung des Casita 1998).

Bei den Befragungen wurden mittels GPS die Koordinaten aller untersuchten Orte aufgenommen. Diese Vorgehensweise sollte eine repräsentative Verteilung dieser im Untersuchungsraum und eine spätere adäquate graphische Darstellung sicherstellen (vgl. Abb. 2).

1.6.2 Auswahl der Befragten und Umfang der Befragung

In den Gemeinden wurden Experten und Verantwortliche aufgesucht, welche für die Überwachung und Bedienung des SAT zuständig sind. Hierbei handelte es sich in der Regel um lokal angesehene Persönlichkeiten (Dorfvorsteher, Pfarrer, etc.) oder deren Verwandte. Zudem erfolgten einige Interviews willkürlich um auch Personen zu befragen, die möglicherweise keine direkten Erfahrungen mit Maßnahmen Gemeindeorientierter Katastrophenvorsorge hatten. Hierdurch sollte, trotz des geringen Umfangs der Untersuchung,

ein möglichst repräsentatives Meinungsbild zu Risikobewusstsein und Kenntnisse über Katastrophenvorsorge im ländlichen Raum Leóns erhalten werden.

Insgesamt 31 Interviews bei Bewohnern der Region León (vgl. Anhang A) und zehn problemzentrierte Expertenbefragungen (vgl. Anhang B) kamen auf diese Weise im Untersuchungsgebiet zustande. Bei den Experten handelte es sich um leitende Mitarbeiter verschiedener Ebenen von Organisationen und Institutionen der Katastrophenvorsorge. Diese Expertengespräche wurden weitgehend im Untersuchungsgebiet durchgeführt. Nur für die Befragung der Leiter des Instituts für territoriale Studien (INETER) und des Nationalen Systems für Katastrophenmanagements (SINAPRED) wurde deren Hauptsitz in Managua aufgesucht.

1.6.3 Interviewdurchführung

Durch zumeist persönliche Kontakte mit den Betroffenen vor Ort konnte trotz geringem Zeitbudgets ein hoher Informationsfluss bei Befragungen erreicht werden. Aufgrund der gewohnten Umgebung und der vertrauten Atmosphäre während der Gespräche, antworteten die meisten Befragten schnell unbefangen. Die teilstandardisierten Interviews ermöglichten den Befragten über die Forschungsfragen hinaus bei einer offenen Konversation zusätzliche Informationen über deren Situation und Alltagswirklichkeit zu erhalten.

Der Leitfaden beinhaltete folgende Themenblöcke (vgl. Anhang C):

A. Soziökonomische Grunddaten
B. Lokale Maßnahmen der Katastrophenvorsorge
C. Wahrnehmung, Wissen und Erfahrung
D. Migrationserwägung
E. Sicherheitsempfinden, Eigenverantwortung
F. Wege und Nutzung der Frühwarnung
G. Akzeptanz, empfundener Nutzen, Unterstützung

Die Fragen der einzelnen Themenblöcke wurden fortlaufend nummeriert und die Antworten in drei Kategorien (ja, nein, keine Angabe) eingeteilt. Somit konnten während des Gesprächs die Antworten bereits klassifiziert werden, was die spätere Auswertung erleichtern sollte. Um zusätzliche Informationen nicht zu verlieren, wurden diese während der Gespräche in Form von Notizen festgehalten.

2 Naturgefahren Einleitung

2.1 Geotektonische Lage

Nicaragua befindet sich am Rande des Kollisionsbereichs zwischen der Cocos- und der Karibischen Lithosphärenplatte und bildet somit einen Abschnitt der zirkumpazifischen Subduktionszone. Parallel zu seiner Westküste liegt in einer Entfernung von ca. 150 km die 5000 m tiefe Mittelamerikanische Tiefseerinne als topographischer Ausdruck der Subduktion zwischen den beiden konvergierenden Lithosphärenplatten. Die Cocos- Platte besteht aus ozeanischer Lithosphäre und bildet den direkten Ozeanboden vor der Küste Nicaraguas, die aus kontinentaler Lithosphäre bestehende Karibische- Platte beherbergt den Isthmus Mittelamerikas, die Karibik und die kleinen Antillen mit Ausnahme von Cuba (INCER BARQUERO 2000).

Die spezifisch schwerere Cocos-Platte sinkt durch ihr Eigengewicht mit einem Winkel von 80 Grad (INETER 2000) steil in den sub- lithosphärischen Mantel unter die Karibische-Platte ein und bildet durch die eigenen Plattenzugkräfte den Hauptantrieb für die Subduktion. Dieses ist auf Abb. 3 zu erkennen, wo die Hypozentren die Plattenränder der abtauchenden Cocos-Platte nachzeichnen. Die Spreizung des 2000 km westlich liegenden Ostpazifischen Rückens bildet die zweite Kraft um die Cocos- Platte mit ca. 8-9 cm/Jahr unter die Karibische Platte zu subduzieren (INCER BARQUERO 2000). Durch den steilen Einfallswinkel der Cocos- unter die Karibische- Platte kommt es zu einer Entkoppelung zwischen den beiden Lithosphärenplatten (FRISCH & MESCHEDE 2005). Diese Art der Subduktion bedingt die Topographie der Pazifikküste Nicaraguas. Typisch für die sogenannte freie Subduktion ist die geringe Höhe des Randbereichs der Oberplatte (zu erkennen am flachen Relief des nicaraguanischen Küstengebiets) im Vorderseitenbereich und das Randbecken hinter der vulkanischen Front, worin Managua-See und Nicaraguasee liegen.

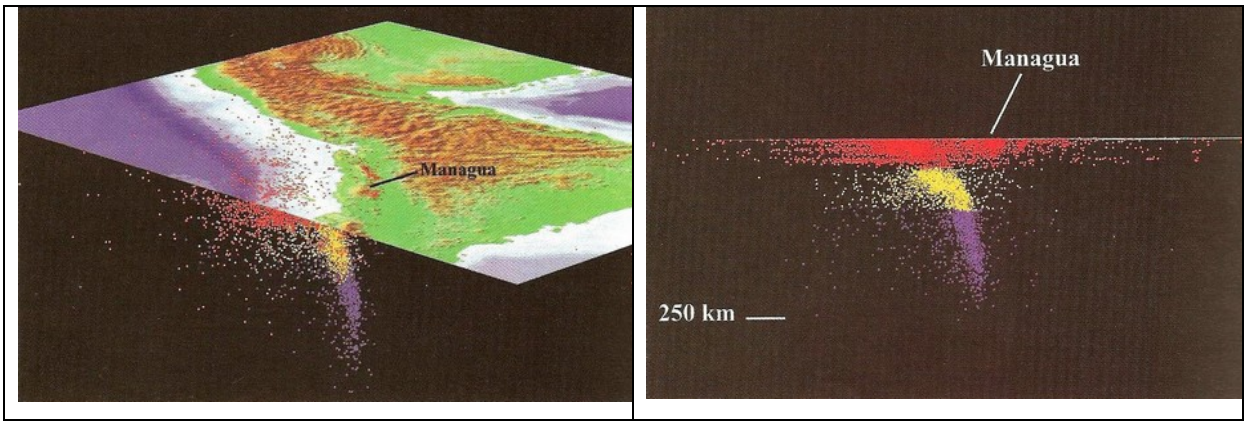


Abbildung 3: Hypozentren vor Nicaragua (Quelle: INETER 2000)

Aus der Lage im Konvergenzbereich zweier Lithosphärenplatten, resultieren die geologischen Naturgefahren Nicaraguas, welche sich sowohl in der Lithosphäre als auch in der Reliefsphäre, der Oberfläche des Erdkörpers abspielen. Hierbei treten neben den drei endogenen Naturgefahrentypen, Erdbeben, Vulkanismus und Tsunamis mit den gravitativen Massenbewegungen auch exogene Naturgefahren auf (vgl. Kap 3-6).

2.2 Klimatische Lage

In Nicaragua herrscht wechselfeuchtes Tropenklima, dieses ist bedingt durch die geographische Lage auf dem mittelamerikanischen Isthmus zwischen Karibik und Pazifik, im Bereich zwischen dem 11. und 15. Grad nördlicher Breite. Die Sonne steht in Nicaragua zwei mal im Jahr im Zenit, nämlich jeweils in der dritten April- und Augustwoche. Hierbei treten die Maxima solarer Einstrahlung auf, was zur Verlagerung der Innertropischen Konvergenzzone (ITCZ) und mit einer Verzögerung von ca. 4 Wochen zu Temperaturspitzen in Nicaragua führt (WHEELOCK ROMÁN 2000). In Folge erhöhter Verdunstung fallen ab Ende Mai höhere Niederschläge, was den Beginn der Regenzeit in Nicaragua markiert.

Mit der Sommersonnenwende erreicht die Sonne ihren nördlichsten Stand auf der Nordhemisphäre, daraufhin wandert sie südwärts und steht somit in den letzten Augustwochen ein zweites Mal im Zenit über Nicaragua. Dieser Umstand führt in Kombination mit den erhitzen Meeresoberflächentemperaturen zum Ende des Nordsommers, zu den höchsten Jahresniederschlägen in den Folgemonaten (INETER 2000). Mit abnehmender solarer Einstrahlung verlagert sich die ITCZ, zeitlich versetzt, weiter südwärts. Darauf hin setzt sich wieder der Einfluss trockener Nordost- Passate durch, was in den letzten Oktoberwochen zu einer Abkühlung und zum Ende der Regenzeit führt (INCER BARQUERO 2000). Die Jahreszeiten werden daher in Nicaragua anhand der Niederschläge definiert, in dessen Folge es nur zwei Jahreszeiten gibt, Regenzeit (*invierno*) und Trockenzeit (*verano*).

Diese Jahreszeiten weisen jedoch zwischen pazifischer und karibischer Region Unterschiede infolge atmosphärischer Zirkulation auf. In der karibischen Region sind die Niederschläge bedeutend häufiger als am Pazifik und die Regenzeit dauert länger an. In einigen Regionen der karibischen Küste Nicaraguas, wie beispielsweise an der Flussmündung des Rio San Juan, fallen nahezu das ganze Jahr über Niederschläge, welche Beträge von nahezu 5000 mm pro Jahr erreichen können (INCER BARQUERO 2000).

Aufgrund des unterschiedlichen Niederschlagregimes teilt WHEELOCK ROMÁN (2000) Nicaragua in drei klimatische Zonen:

- die humide Region des Atlantiks, welche in einigen Gebieten 2.000 bis 5.000 mm Niederschlag pro Jahr erreicht
- die semi-humide Region im Zentrum und Norden des Landes mit Niederschlagsmengen von 1.500 bis 2.000 mm pro Jahr
- die tropisch- aride Region am Pazifik mit Jahresmittelwerten von 900 bis 1.500 mm Niederschlag.

2.3 Auswirkungen des El Niño

Das Klima Nicaraguas ist jedoch nicht konstant und unterliegt kurzperiodischen Schwankungen (vgl. Kap. 7.1). Insbesondere in der jüngeren Vergangenheit wechselten sich extrem trockene und besonders niederschlagsreiche Jahre gegenseitig ab, was vornehmlich auf El Niño zurückgeführt wird (INCER BARQUERO 2000). Dieses Phänomen führt zu erhöhten Meeresoberflächentemperaturen im Ostpazifik, was die Passatwinde schwächt und zu extremer Trockenheit, insbesondere an den Pazifikküsten Mittelamerikas führt. Nach ca. 15 bis 20 Monaten wird El Niño jedoch meist von La Niña abgelöst, in dessen Folge sich der tropische Atlantik erwärmt und zu besonders hohen Niederschlägen führt. Zudem wird hierbei die Bildung tropischer Wirbelstürme in Mittelamerika begünstigt (CAVIEDES 2005).

3 Naturgefahr Vulkanismus

Vulkane und Vulkaneruptionen gibt es seit Entstehung der Erde vor ca. 4,6 Milliarden Jahren. Die meisten Vulkanbauten liegen in tektonischen Schwächezonen an den Grenzen zwischen den Lithosphärenplatten wie das in Mittelamerika z.B. der Fall ist. Vulkane im Bereich der Mittelozeanischen Rücken sind allgemein eher effusiv, diejenigen an den konvergierenden Rändern dieser Platten meistens explosiv. Über Subduktionszonen treten Vulkane typischerweise in Reihen oder Gürteln als sogenannte Vulkanische Front parallel zu den Tiefseegräben auf und liegen meist in ca. 150 bis 300 km von diesen entfernt. In den Subduktionszonen verzeichnen Vulkane auch die höchste Aktivität, so haben sich ca. 85 % aller historischen Vulkaneruptionen über diesen Zonen ereignet (SCHMINCKE 2000). Dieses verdeutlicht die vulkanische Gefährdung Nicaraguas, dessen Lage oberhalb einer Subduktionszone mit sehr aktiven Vulkanismus einhergeht.

3.1 Vulkangefahren

„Vulkangefahren werden in Zukunft weiter zunehmen. Dies liegt unter anderem daran, daß vulkanische Böden fruchtbar und daher für eine intensive Landnutzung prädestiniert sind. Aus diesem Grund nimmt die Bevölkerungsdichte in der Nähe von Vulkanen besonders stark zu, so daß die Zahl der Opfer bei Vulkanausbrüchen aller Voraussicht nach in Zukunft erheblich ansteigen wird.“ (SCHMINCKE 2000, S.193)

Eruptionen die für den Menschen gefährlich sein können, zeichnen sich durch ihre Schnelligkeit und ein breites Spektrum an Eruptionsarten und Auswirkungen aus, welche zu Katastrophen führen können. Das Risiko durch Vulkaneruptionen wird, wie dem vorausgehenden Zitat zu entnehmen ist, in Zukunft zunehmen. Da vulkanische Böden besonders fruchtbar und daher für intensive (Subsistenz-) Landwirtschaft besonders geeignet sind, nimmt auch in Nicaragua die Bevölkerungsdichte in unmittelbarer Nähe der Vulkane zu (WHEELOCK ROMÁN 2000). Betroffen sind in den meisten Fällen sozioökonomisch Benachteiligte welche wegen ihrer Lage ein höheres Risiko in Kauf nehmen (Vgl. Kap. 10.4). Die Folgen einer Dichten Besiedlung von Vulkanhängen wurden im November 1998 deutlich, als die Flanke des Vulkans Casita in der Region León kollabierte, hierbei wurden mehrere Siedlungen komplett verschüttet wobei mehr als 2000 Menschen den Tod fanden.

3.1.1 Vulkanogene Massenströme

Der Ausdruck der *vulkanogenen Massenströme* wurde in dieser Arbeit gewählt, um diese von den *gravitativen Massenströmen* abzugrenzen, welche in Kapitel 6 ausführlich erläutert werden. Eine eindeutige Grenzziehung ist ohnehin nicht möglich, da beispielsweise die Lahars meistens unmittelbar mit einem Ausbruchsereignis oder kurze Zeit danach auftreten – somit den vulkanogenen Prozessen zuzuordnen sind – aber ebenso erst viele Jahre nach einem Ausbruch auftreten können (SCHMINCKE 2000) und dann eher den gravitativen Prozessen zuzuordnen wären. Da die vulkanogenen Massenströme jedoch nur bei Vulkanen vorkommen und weitestgehend nur der vulkanischen Aktivität zuzuschreiben sind, werden diese hier erläutert. Aus diesem Grunde werden die Lahars ebenso in diesem Kapitel behandelt.

Zu den vulkanogenen Massenströmen gehören die bimsreichen *pyroklastischen Ströme*, die blockreichen *Glutlawinen* und die *Lahars*, d.h. die durch Wasser mobilisierten Schutt- und Schlammströme (z.B. aus frischen Aschen). Den pyroklastischen Strömen (*nuées ardentes*) und den pyroklastischen Blockströmen eilen häufig Glutwolken (*Surges*), also materialarme aber heiße Bodenwolken als Druckwellen vorweg. Diese gehören auch zu dieser Kategorie. Für die Siedlungen um die Cordillera de los Maribios sind alle Arten von Massenströmen besonders gefährlich weil diese auf den besonders fruchtbaren Böden direkt an den Flanken der Vulkane und in den nahe liegenden Tälern liegen (INETER 2000).

Die bis zu 800°C heißen *Glutwolken* breiten sich mit teilweise mehreren hundert Metern pro Sekunde auch über Bodenschwellen oder gar auf gegenüberliegenden Hängen aus, was sie besonders gefährlich macht. Da sie charakteristisch für explosive Eruptionen oberhalb von Subduktionszonen sind, muss man auch für die Vulkane in der Region Leóns mit dem Auftreten solcher Phänomene rechnen.

Neben den pyroklastischen Strömen gehören *Lahars* zu den gefährlichsten vulkanischen Erscheinungen. Sie können bis in mehrere zehner Kilometer, in Ausnahmen sogar bis 300 Kilometer Entfernung fließen, erreichen hohe Geschwindigkeiten und besitzen eine hohe Zerstörungskraft (SCHMINCKE 2000). In Nicaragua können besonders die häufig auftretenden Starkregenfälle in Folge tropischer Stürme die wenig konsolidierten Aschen- und Gesteinsmassen die Vulkanhänge mitreißen und hierbei Lahars produzieren. Auch Jahre nach einem Ausbruch können Lahars durch solche Starkregen ausgelöst werden, daher sind in der Region León besonders die Vulkanbauten mit großem Neigungswinkel und hoher

Reliefenergie (San Cristóbal, Momotombo) besonders gefährlich für die umliegenden Siedlungen (INETER 2000).

Eine latente Gefahr geht selbst aus Vulkangebäuden von scheinbar erloschenen oder inaktiven Vulkanen aus. Hier kann unter bestimmten Bedingungen, wie Starkregenfällen oder bei heftigen Erdbeben, eine ganze Vulkanflanke urplötzlich nachgeben und gravitativ angetriebene, extrem mobile Schuttlawinen (*debris avalanches*) produzieren, welche sich hangabwärts auf über 100 Meter pro Sekunde beschleunigen können. In Verbindung mit Wasser fließen diese über Entfernungen die das zehnfache des vertikalen Höhenunterschieds zwischen dem Gipfel und dem Vulkanfuß betragen können (SCHMINCKE 2000).

In Nicaragua ist es in der Vergangenheit schon mehrfach zu solchen Ereignissen gekommen, so kollabierte beispielsweise im Jahre 1570 eine Flanke des Vulkans Mombacho nach einem Starkbeben. Die Schuttmassen der Flanke vermischten sich nach dem Kollaps mit dem Wasser aus dem Kratersee und begruben eine hangabwärts liegende Siedlung von Eingeborenen, wobei schätzungsweise 400 Menschen ums Leben kamen (INCER BARQUERO 2000). Ein weiteres, junges Beispiel ereignete sich in der Region León im November 1998 als die lang anhaltenden, extremen Regenfälle des Hurrikans Mitch zum Kollaps der Flanke des Vulkans Casita führten. Die zunehmende Abholzung und die fortschreitende landwirtschaftliche Bebauung an den Vulkanhängen erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass sich solche Ereignisse in naher Zukunft wiederholen werden.

Beim Eintritt von Massenströmen in umliegende Gewässer könnten auch vulkanogene Tsunamis entstehen, eine hohe Gefährdung geht beispielsweise von großen Schuttlawinen oder gar einem Flankenkollaps des Vulkan Momotombo in den Managuasee aus (WHEELOCK ROMÁN 2000). Tsunamis sind äußerst destruktiv und stellen eine große Gefährdung für Siedlungen an den Ufern des Sees dar (Vgl. Kap. 5). Besonders betroffen wäre in diesem Fall die am anderen Ufer des Managuasees liegende Stadt Managua, was wegen der hohen Bevölkerungsdichte besonders weit reichende Folgen hätte. Puerto Momotombo in der Region León wäre in solch einem Falle aber ebenso betroffen, die Lage in unmittelbarer Nähe zum Vulkan würde zudem auch keine Vorwarnung ermöglichen.

Lavaströme bedrohen die Region León nur moderat da diese meist auf den unmittelbaren Bereich um die Vulkanbauten beschränkt sind und nur in einigen Fällen, wie beispielsweise

beim San Cristóbal bis zu 12 km Entfernung erreicht haben (s.u.). Da das Fließen der Lavaströme mit verhältnismäßig geringer Geschwindigkeit vonstatten geht, sind Menschen nicht direkt bedroht. Eine ernsthafte Bedrohung geht demnach nur für Siedlungen und Ackerflächen oder Infrastruktur aus, welche sich in Fließrichtung der Lavaströme befinden (INETER 2000).

3.1.2 Aschenfälle

Eine weitere Gefahr durch vulkanische Tätigkeit besteht für die Region León aus den Aschenfällen. Die Gefährdung variiert in Abhängigkeit von der Lage, der Entfernung zu dem Eruptionszentrum und der Intensität der Phänomens. Die vorherrschenden Ostwinde erhöhen jedoch die Bedrohung durch Aschenfälle in den Gebieten westlich der Vulkane, wo auch die höchste Bevölkerungsdichte der Region besteht. Aus dieser Sicht erweist sich die Lage als ungünstig und erhöht die Gefährdung insbesondere der Agglomerationsräume im Westen und Nordwesten der Vulkankette, bis hin nach Chinandega, Chichigalpa und El Viejo (Region Chinandega) neben denen der Region León mit der Stadt León als besonders gefährdetes Zentrum (SINAPRED 2005).

Aschen- und Gesteinsregen sind meist nur in geringer Entfernung von Vulkanen für die Menschen direkt bedrohlich, andererseits können diese wie bereits aufgezeigt auch in größerer Entfernung zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen. Durch Aschenregen kann es zu Reizungen und Erkrankungen der Atemwege und Augen kommen. Hierbei sind insbesondere die Älteren und Schwächeren der Gesellschaft besonders gefährdet.

Die weitaus größere Gefahr der Aschenfälle besteht darin, dass beispielsweise Dächer unter der Last von Aschenmassen zusammenbrechen könnten und die Menschen dadurch direkt betreffen oder durch die materiellen Verluste zu hohen finanziellen Schäden führen könnten. Durch die weite Verbreitung von Gebäuden traditioneller Bauweise aus Taquezal ist die Region infolge von Aschenfällen besonders gefährdet (INCER BARQUERO 2000). Erhebliche Schäden können auch in der Industrie, Wirtschaft und Verkehr entstehen. Maschinen und Motoren können durch Asche verstopft beziehungsweise blockiert, der öffentliche Transport und Verkehr durch diesen Umstand und durch verstopfte Strassen gestört werden.

Die Land- und Viehwirtschaft ist in der Region León am stärksten durch Aschenfälle bedroht. Wenn die Bebauungsflächen von starken Aschenfällen bedeckt werden, kann dieses zum

Ernteausfall führen. Durch den hohen Anteil an Kleinbauern welche von der Subsistenz in unmittelbarer Nähe zu den Vulkanen leben, bedeutet das somit ein hohes Risiko in der Region. Die Viehwirtschaft, welche in der Region León zunehmend an Bedeutung gewinnt (RODRÍGUEZ 2000), würde schon bei einer Aschenbedeckung von wenigen Zentimetern die Nahrungsgrundlage für das Vieh verlieren und somit die Viehbestände als wichtige Einkommensquelle für die Region gefährden.

3.1.3 Vulkanische Erdbeben

Neben den nichtvulkanischen, tektonischen Erdbeben, kommen in Nicaragua auch häufig vulkanische Erdbeben vor. Sie unterscheiden sich von den rein tektonischen Beben dadurch, dass die Epizentren relativ oberflächennah meist direkt unterhalb der Vulkane auftreten und dadurch, dass sie typischerweise in Schwärmen auftreten (INETER 2000). Vulkanische Erdbeben werden vorwiegend durch Magmenaufstieg, Scherbrüche in den Gesteinen unmittelbarer Umgebung und Bewegungen entlang der Verwerfungen ausgelöst (SCHMINCKE 2000).

Die große Gefahr vulkanischer Erdbeben liegt in der geringen Tiefe der Zentren, (meist in den oberen zehn Kilometern der Lithosphäre) und in der Nähe zu den Agglomerationsräumen. Die meisten zerstörerischen Erdbeben Nicaraguas sind daher vulkanischen Ursprungs gewesen (INETER 2001). Die Auswirkungen vulkanischer Erdbeben sind denen tektonischer Erdbeben gleichzusetzen, daher werden die Gefahren welche aus diesen ausgehen in Kap. 4 erläutert.

3.2 Die Vulkankette Nicaraguas

Die Vulkanische Front Nicaraguas befindet sich parallel zur Pazifikküste mit einer Nordwest-Südost- Streichrichtung. Auf einer Gesamtlänge von dreihundert Kilometerm befinden sich ca. dreißig Vulkanbauten, was einer relativ hohen Dichte von Vulkanen entspricht. Derzeit gelten sechs der Vulkane als aktiv, einige weitere befinden sich im scheinbaren Ruhezustand sind aber hoch temperiert, weisen Fumarolen oder gar vulkanische Schwarmbeben auf. Die Vulkanbauten sind unterschiedlicher Art, beispielsweise Vulkankegel in verschiedenen Entwicklungsstadien, Einbruch- Calderen, Schlackenkegel, Lagunen, etc. Die Vulkankette Nicaraguas wird als äußerst aktiv eingestuft, seit 1520 wurden einhundertneunzig Eruptionen der aktiven Vulkane dokumentiert, was im Durchschnitt einem Ereignis alle zweieinhalb Jahre entspricht (WHEELOCK ROMÁN 2000).

Die Vulkankette beginnt mit dem Vulkan Cosigüina im äußersten Nordwesten Nicaraguas und endet auf der Insel Ometepe mit den zwei Vulkanen Concepción und Maderas im Südosten. Die vulkanische Front ist jedoch nicht komplett durchgehend und weist zwei auffallende Unterbrechungen mit einem Versatz auf (vgl. Abb. 4). Der Vulkan Cosigüina beispielsweise ist ca. sechzig Kilometer von der Cordillera de los Maribios der Region León/ Chinandega entfernt. Hier setzt sich erst die Kette mit den Vulkanen Chonco, San Cristóbal, Casita, Telica, Santa Clara, Orota, Cerro Negro, Asososca, Pilas-El Hoyo und Momotombo fort. Die Cordillera de los Maribios schätzt INCER BARQUERO (2000) als das insgesamt aktivste Segment einer Vulkankette, mit dem größten Ausbruchsrisiko Mittelamerikas ein.

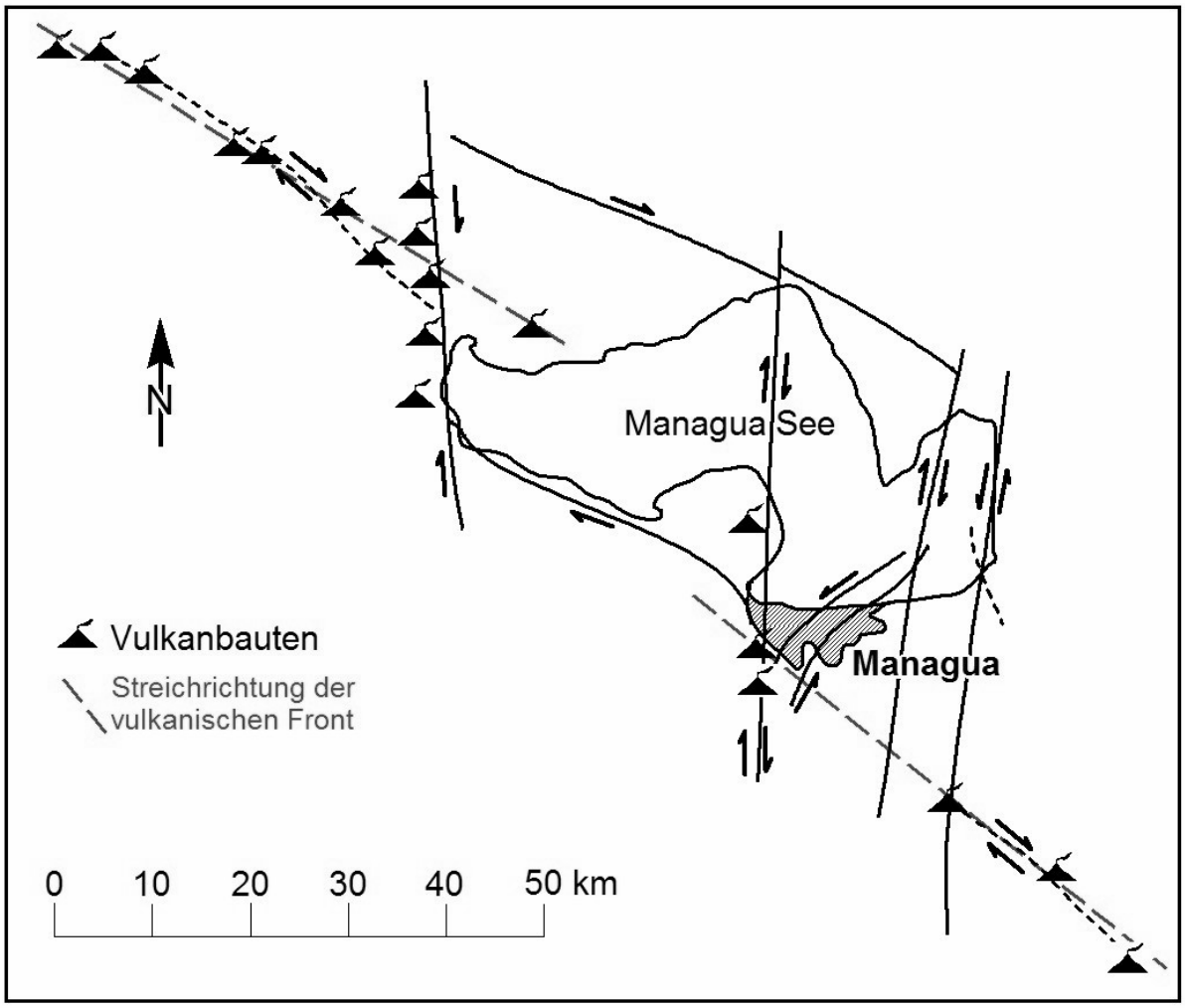


Abbildung 4: Vulkanische Front (Quelle: INETER 2000; Eigene Darstellung)

Im weiteren Verlauf macht die Vulkankette einen Versatz nach Süden, wie in der Abb. 4 zu erkennen. Hier befinden sich mehrere aktive tektonische Störungen an denen kleine vulkanische Strukturen in nord- südlichen Ausrichtungen zu finden sind (Apoyeque, Jiloá, Tiscapa, Cerro Miraflores, Cerro Javier, etc.). Der Versatz der Vulkankette ist vermutlich

darin zu begründen, dass die subduzierende Cocos- platte entlang einer großen Verwerfung im Frontalbereich ihren Einfallswinkel unter der Karibischen Platte verändert. Dieses korreliert auch mit der Küstenlinie und könnte das Auftreten von Schlackenkegeln (Bsp. Cerro Negro) in diesem Bereich erklären, welche mit Dehnungsbrüchen im Hinterland von Vulkanischen Fronten, besonders in solchen Schwächezonen assoziiert werden (SCHMINCKE 2000). Ein weiterer Hinweis ist das unterschiedliche Hebungs- bzw. Senkungsverhalten der Pazifikküste Nicaraguas. Es ist derzeit eine Senkung des Küstenabschnittes vor León/ Chinandega zu verzeichnen während der Abschnitt Managua/ Carazo gehoben wird (INCER BARQUERO 2000).

Der Managuasee, dessen Umriss durch diese vulkanischen Strukturen augenfällig geprägt ist, und die Stadt Managua liegen Inmitten des Störungsbereiches in denen sich die kleinen, vorher genannten vulkanischen Strukturen befinden. Wenngleich diese erloschen zu sein scheinen, so ist Managua durch die Lage entlang der aktiven Verwerfungen besonders durch vulkanische Beben gefährdet, das äußerst destruktive Beben im Jahre 1972 wurde beispielsweise durch den inmitten der Stadt liegenden, kleinen Vulkan Tiscapa verursacht.

Der Vulkankomplex Masaya zeigt erneut die Nordwest-Südost-Ausrichtung. In dieser befinden sich weiterhin die Apoyo- Caldera, der Mombacho, Zapatera und die Vulkane Concepción und Maderas welche die Insel Ometepe bilden. Innerhalb dieses Segments der Vulkankette ist nur bei dem Masaya und Concepción Aktivität zu verzeichnen.

3.3 Auflistung der Vulkane Nicaraguas

Name des Vulkans	Einstufung	Beobachtungen
Cosigüina	Ruhezustand	Auftreten von Fumarolen in der Lagune
San Cristóbal	*Aktiv*	
Casita	Ruhezustand	Auftreten von Fumarolen am Gipfel
Telica	*Aktiv*	
Cerro Agüero	Inaktiv	
Cerro Santa Ana	Inaktiv	
Rota	Ruhezustand	Auftreten von Schwarmbeben, hoch temperiert
Cerro Negro	*Aktiv*	
El Hoyo	Ruhezustand	Auftreten von Fumarolen (90°C)
Las Pilas	Ruhezustand	Auftreten von Fumarolen (50°C)
Momotombo	*Aktiv*	
Monte Galán	Ruhezustand	Auftreten von Fumarolen in der Lagune. Verursacht Schwarmbeben, hoch temperiert (75°C)
Momotombito	Inaktiv	
Apoyeque	Ruhezustand	Auftreten hoher Temperaturen in der Lagune (90°C)
Xiloá	Ruhezustand	Letzter Ausbruch vor 6.500 Jahren
Nejapa/Miraflores	Ruhezustand	
Santiago Krater (Masaya- Komplex)	*Aktiv*	
Krater Nindirí, San Pedro, San Fernando, Comalito, Masaya (Masaya-Koplex)	Ruhezustand (alle Krater)	Auftreten von Fumarolen (70°C bis 80°C)
Apoyo Lagune	Ruhezustand	Auftreten von Schwarmbeben, Fumarolen und hohen Temperaturen (90°C)
Mombacho	Ruhezustand	Auftreten von Fumarolen und Entgasungen im Krater (105°C)
Nandaime/ Granada	Inaktiv	
Concepción	*Aktiv*	*Häufige Lahars bei Hurrikantätigkeit*

Tabelle 1: Vulkane Nicaraguas (Quelle: INETER 2000; Eigene Darstellung)

3.4 Explosivität und Magmenzusammensetzung

Die Explosivität oder Magnitude einer Eruption wird von der chemischen Zusammensetzung und der Viskosität des Magmas bestimmt. Je reicher die Zusammensetzung an Siliziumdioxid (SiO_2) ist, desto zähflüssiger das Magma und explosiver die vulkanische Eruption (DIKAU & WEICHSELGARTNER 2005). Vulkane in den Subduktionszonen gehören durch ihren hohen SiO_2- Gehalt zu den explosivsten auf der Erde.

Bei den meisten der Vulkane Nicaraguas handelt es sich wie für Subduktionszonen charakteristisch um Stratovulkane mit SiO_2- reicheren andesitischen bis basaltisch-andesitischen Magmen, es gibt jedoch auch Vulkangebäude entstanden aus niedriger viskosen Magmen, so zum Beispiel der Vulkankomplex Masaya welcher eher als Schildvulkan eingestuft wird. Weiterhin gibt es einige wenige Schlackenkegel wie Motastepe, El Comalito oder der äußerst aktive und für die Region León bedeutende Cerro Negro.

Die Vulkane Nicaraguas sind in jüngerer Vergangenheit häufiger ausgebrochen, das eruptierte Volumen und die Explosivität der Ausbrüche ist aber eher moderat geblieben. Lediglich im Jahre 1835 kam es beim Cosigüina zu einer plinianischen Eruption, diese blieb jedoch ohne große Folgen, da das Gebiet damals weitestgehend unbevölkert war. Dennoch soll in einem Radius von fünfzehn Kilometern um den Vulkan herum alles Leben durch Glutwolken zerstört worden sein und der Niederschlag durch vulkanische Aschen das ganze Land erreicht haben (INCER BARQUERO 2000; WHEELOCK ROMÁN 2000). Obwohl die Ruhepausen zwischen großen Eruptionen diesen besonders gefährlichen Typs lang sind, so könnten scheinbar ruhende Vulkane wie z.B. die Apoyo Caldera, entstanden beim letzten Ausbruch vor 21.000 Jahren, jederzeit wieder ausbrechen. Die Gefahr einer katastrophalen Eruption ist umso größer, je länger die Ruhephase bei einem explosiven Vulkan ist (SCHMINCKE 2000). So ein Ereignis hätte bei der heutigen Bevölkerungsdichte in Nicaragua verheerende Folgen.

3.5 Vulkanische Gefährdung der Region León

Mitten in der dicht besiedelten Region León liegt die bereits beschriebenen Cordillera de los Maribios in der sich vier der sechs derzeit als aktiv eingestufte Vulkane Nicaraguas befinden. Neben den Siedlungen welche sich in unmittelbarer Nähe zu den Vulkanen befinden, sind auch die Ballungsgebiete León und Chinandega, sowie mehrere Kleinstädte unmittelbar von den Vulkangefahren bedroht. Ausschlaggebend für das hohe Naturrisiko durch Vulkanismus ist in dieser Region jedoch nicht nur die Gefährdung durch die hohe Aktivität der Vulkane,

sondern auch die Anfälligkeit wie beispielsweise die hohe Besiedlungsdichte der Region. Durch das Zusammenwirken beider Faktoren, welche hier beide besonders hoch sind, stuft INETER das Naturrisiko durch Vulkanismus für die Region León als maximal ein. Die einzelnen Vulkane der Region werden im folgenden nochmals genauer Dargestellt.

3.6 Vulkane der Region León

Folgend die Charakterisierung der Vulkane im Einzelnen, diese basiert auf den Publikationen des INETER (2000) und des SINAPRED (2005).

3.6.1 Cerro Negro

Vulkantyp	Status	Produkte	Maximale Reichweite	Chemische Zusammensetzung
Schlackenkegel	Aktiv	Lavaströme	5km	Basaltisch
		Ballistik (Lavabomben)	1km	
		Aschenfälle	45km	

Tabelle 2: Cerro Negro (Eigene Darstellung)

Der Cerro Negro ist im Jahre 1850 in unmittelbarer Nachbarschaft der als erloschen geltenden Vulkane Pilas und Orota entstanden. Mit insgesamt siebzehn Ereignissen seit seiner Entstehung zeigt dieser Vulkan derzeit die höchste Eruptionsaktivität innerhalb der Vulkankette Nicaraguas (WHEELOCK ROMÁN 2000). Sein äußeres Erscheinungsbild unterscheidet sich grundsätzlich von dem anderer Vulkane Nicaraguas nicht nur durch seine Form als Schlackenkegel, sondern auch durch seine tiefschwarzen Aschen welche den Vulkanbau ausmachen. Dieses augenfällige Merkmal hat auch zu seinem Namen geführt welcher auf Spanisch „Schwarzer Hügel“ bedeutet. Die Magmenzusammensetzung dieses Vulkans ist basaltisch, der Eruptionstyp wurde nach seiner Entstehung als strombolianisch eingestuft. Bei der Ausbruchsperiode 1992 - 1999 nimmt die innere Energie des Vulkans jedoch zu und verändert seine Explosivität von strombolianisch auf sub- plinianisch.

Die höchste Gefährdung geht vom Cerro Negro für die Region León aus seinen Aschenfällen aus. Durch seine energetische Zunahme wird geschätzt, dass das Eruptionsvolumen bei einem erneuten Ausbruch im Vergleich zu den historischen Ausbrüchen zunehmen und die

Aschenfälle bei entsprechender Windrichtung bis in den Norden der Pazifischen Küste Nicaraguas gelangen könnten. Durch seine relative Nähe zu der Stadt León (ca. 18 km) und die mögliche Ausdehnung der Aschenfälle über die Region hinaus nach Chinandega, ist das Bedrohungspotenzial als sehr hoch einzustufen (INCER BARQUERO 2000).

3.6.2 Momotombo

Vulkantyp	Status	Produkte	Maximale Reichweite	Chemische Zusammensetzung
Stratovulkan	Aktiv	Lavaströme	5km	Andesitisch-Basaltisch
		Ballistik	2km	
		Aschenfälle	20km	

Tabelle 3: Momotombo (Quelle: INETER; Eigene Darstellung)

Der Vulkan Momotombo, am östlichen Rande der Region León gelegen, ist ein derzeit mäßig aktiver Vulkan. Von den aktiven Vulkanen der Region León weist er in jüngerer Vergangenheit die geringste Aktivität auf. Die Zusammensetzung ist Andesitisch- Basaltisch und die Eruptionsart ist strombolianisch mit bis zu fünf Kilometer hohen Eruptionssäulen. Es kommt gelegentlich zu Lavaströmen, Aschenfällen und Gasemissionen. Historisch gesehen wird ab dem Jahre 1522 Aktivität dieses Vulkans dokumentiert, hierbei sei besonders die Eruption des Jahres 1609 hervorzuheben. Bei dieser strombolianischen Eruption wurde die Stadt León (León Viejo) an ihrem alten Standort durch Lavaströme und Aschenfälle massiv betroffen, durch vulkanische Beben, welche auch lokale tektonische Störungen wieder aktivierten, wurde letztlich die Stadt weitestgehend zerstört (WHEELOCK ROMÁN 2000). Diese Katastrophe bedingte die Verlagerung Leóns an ihren heutigen Standort.

Die letzte Eruptionsphase dieses Vulkans erstreckt sich vom Jahre 1905 bis 1906 bei denen es nur zu mäßigen Aschenfällen im näheren Umkreis kommt. Eine weitaus größere Bedrohung geht seither aus seiner recht aktiven Seismik aus. Der Bereich zwischen dem Cerro Negro und dem Momotombo gilt hier durch die aktiven tektonischen Störungszonen im Untergrund als besonders gefährdet. Im Jahre 1952 wurden in dem Gebiet eine Vielzahl von Gebäuden durch vulkanische Beben zerstört. In den Jahren 1996 und 2000 traten hier mehrfach Flachherdbeben der Richter- Magnitude 3.0 mit Herdtiefen von nur einem bis zu zwölf Kilometern auf.

3.6.3 San Cristóbal

Vulkantyp	Status	Produkte	Maximale Reichweite	Chemische Zusammensetzung
Stratovulkan	Aktiv	Lavaströme	12km	Basaltisch-Andesitisch
		Ballistik	5km	
		Pyroklastische Ströme	4km	
		Aschenfälle	45km	

Tabelle 4: San Cristóbal (Quelle: INETER 2000; Eigene Darstellung)

Der San Cristóbal Vulkan ist basaltisch- andesitischer Zusammensetzung. In seiner Eruptionsgeschichte kam es zu plinianisch- bis subplinianischen Eruptionen bei denen es zu hohen Eruptionssäulen mit bis zu zwölf Kilometern Höhe und strombolianischen Lavaströmen von bis zu fünfzehn Kilometern Länge gekommen ist. Die letzte aktive Phase des San Cristóbal erstreckte sich von Ende 1999 bis Anfang 2000.

Innerhalb der Vulkankette Nicaraguas weist der San Cristóbal durch seine Höhe von 1745 Metern und entsprechende Reliefenergie eine hohe Gefährdung durch pyroklastische Ströme auf. In jüngerer Vergangenheit kam es bei diesem Vulkan in Folge von Starkregenfällen zu kleineren Lahars und zu häufigen Aschenfällen (WHEELOCK ROMÁN 2000). Nach Einschätzung des INETER kann es bei neuerlicher Aktivität dieses Vulkans zu gewaltigen Eruptionen mit hohen Eruptionssäulen und Aschenfällen bis zu fünfundvierzig Kilometern Ausdehnung kommen.

3.6.4 Telica

Vulkantyp	Status	Produkte	Maximale Reichweite	Chemische Zusammensetzung
Stratovulkan	Aktiv	Lavaströme	10km	Basaltisch-Andesitisch
		Ballistik	7km	
		Aschenfälle	45km	

Tabelle 5: Telica (Quelle: INETER 2000; Eigene Darstellung)

Der Vulkan Telica ist von seiner Zusammensetzung her Basaltisch- Andesitisch. Sein Eruptionstyp ist strombolianisch bis subplinianisch. Vom Jahre 1527 bis zum Jahre 1982 kam es insgesamt zu zwölf phreatischen Eruptionen mit großen Volumina an Aschenfällen und Gasemissionen. Bei der letzten Eruption im Jahre 1982 war die Eruptionssäule über vier Kilometer hoch und es kam zum Ausstoß von Lavabomben im näheren Umfeld zum Krater. Die Aschenfälle bedeckten die westlich liegenden Gebiete, darunter die Orte Chichigalpa, Posoltega, Quezalguaque und auch die Stadt León war betroffen. Die Lavaströme ergossen sich zuletzt vor ca. 1000 Jahren in einen Umkreis von maximal zehn Kilometern nach Süd, Südost und Nord und erreichen in etwa die Trasse der heutigen Straße León- Chinandega.

3.6.5 El Hoyo

Vulkantyp	Status	Produkte	Maximale Reichweite	Chemische Zusammensetzung
Stratovulkan	Inaktiv	Lavaströme	10km	Basaltisch-Andesitisch
		Ballistik	k.a.	
		Aschenfälle	k.a.	

Tabelle 6: El Hoyo (Quelle: INETER 2000; Eigene Darstellung)

Bei dem Vulkan El Hoyo handelt es sich um einen Stratovulkan, welcher zu dem Vulkankomplex des Cerro Negro gehört. Seine Zusammensetzung ist Basaltisch- Andesitisch. In historischer Zeit weist dieser strombolianische und phreatische Eruptionen begleitet von Lavaströmen auf. Seine aktuelle, runde Kraterform bildete sich im Jahre 1950 bei einer Eruption heraus. Im Jahre 1954 kam es zuletzt zu einer phreatischen Eruption bei der Aschen ausgeworfen und Gase emittiert wurden. Innerhalb des Kraters befindet sich eine Kluft aus der ständig Gase emittiert werden, weiterhin treten vereinzelt Lavaströme auf.

3.7 Vorsorge vor Vulkangefahren

Der beste Schutz vor Vulkangefahren ist neben Ausweisung von Gefahrenzonen, innerhalb derer nach Möglichkeit nicht gebaut werden sollte, die rechtzeitige Warnung und Evakuierung bestehender Siedlungen der gefährdeten Gebiete.

Die Warnung sollte möglichst präzise über das Ausmaß und den Zeitpunkt einer Eruption informieren, damit die Bevölkerung sie auch befolgt denn *„Menschen nehmen lieber ein ungewisses Risiko als eine Evakuierung auf sich“*, so SCHMINCKE (2000: 202) und weiter

„Andererseits haben Warnungen und Evakuierungen vor Ereignissen, die nicht eintreffen, die paralysierende Wirkung, daß niemand auf die nächste Warnung hört“. Aus diesem Grund ist die präzise Frühwarnung der Bevölkerung vor einem Schaden bringenden Ereignis unerlässlich.

Aus diesem Grund ist die Rekonstruktion bisheriger Eruptionen von Bedeutung, um diese Klassifizieren zu können, zukünftige Ereignisse somit besser vorherzusagen und entsprechend strategische Planungen durchführen zu können- wie im vorherigen Abschnitt der Vulkane Nicaraguas dargestellt. Diese Prognosen welche vor allem auf statistischer Wahrscheinlichkeit gründen, sind jedoch nur vage und sagen nur aus, dass ein Vulkan vermutlich in Monaten, Jahren oder gar Jahrzehnten ausbrechen wird. Diese Methode alleine ist also für die Frühwarnung der Bevölkerung unzulänglich.

Für eine effektive Frühwarnung ist es für die politischen Entscheidungsträger und die betroffene Bevölkerung unerlässlich, zeitnahe und relativ präzise Aussagen darüber treffen zu können wann und wie ein Vulkan ausbrechen wird. Dieses kann man durch ein permanentes Monitoring bestimmter Parameter der vulkanischen Tätigkeit, wie es in Nicaragua durch die geophysikalische Abteilung des INETER an den meisten aktiven Vulkanen des Landes durchgeführt wird, erreichen. Durch Veränderungen der inneren Vorgänge in einem Vulkan kann man nämlich möglicherweise schon Wochen vor einem Ausbruch einen solchen vorhersehen und den Zeitpunkt konkretisieren.

Diese Veränderungen sind messbar und lassen bei entsprechendem Monitoring eine recht genaue Beurteilung des Zustandes eines Vulkans zu. Die vier wichtigsten *messbaren* Parameter sind vulkanische Erdbeben, die Ausdehnung von Magmakammern, verstärkte Entgasung und die Aufheizung wobei die vulkanischen Erdbeben und die Deformationen die bisher genauesten zur Verfügung stehenden Methoden sind welche im Einzelfall sogar bis auf wenige Tage genaue Vorhersagen ermöglichen. Wie bereits erläutert, betreibt INETER mehrere Messstationen an den Vulkanen welche diese Parameter aufnehmen. Weiterhin steht das Institut in engem Kontakt zu internationalen Organisationen welche Satellitenbilder als komplementäre Beobachtung zu Verfügung stellen, anhand derer beispielsweise Emissionen und Erwärmung interpretiert werden können.

4 Naturgefahr Erdbeben

Bei einem Erdbeben handelt es sich um Schwingungen der Lithosphäre infolge globaler Plattentektonik. Diese treten am häufigsten an konvergenten Plattenrändern in den Subduktionszonen auf. Angetrieben durch Konvektionsströme im Erdmantel bewegen sich die Lithosphärenplatten gegeneinander und bauen gewaltige Spannungen auf. Ihre Berührungspunkte sind dabei kontinuierlich Deformationskräften ausgesetzt und zerbrechen bei zu hoher Spannung. Das Gestein kann an der Bewegungsfläche bis zu einigen Metern ruckartig versetzt werden (FRISCH & MESCHEDE 2005). Die bei diesem Versatz entstehenden Erschütterungen breiten sich als seismische Wellen konzentrisch vom Erdbebenherd aus, können von Seismographen aufgezeichnet und ab einer bestimmten Magnitude vom Menschen wahrgenommen werden.

Unter Erdbebengefährdung versteht man die Wiederkehrperiode eines Erdbebens in einer bestimmten Stärke innerhalb eines definierten Raumes. Die Erdbebengefährdung kann in makroseismischer Intensität oder in Parametern seismischer Bodenbewegungen wie Bodenverschiebungen, Bodengeschwindigkeiten und Bodenbeschleunigungen angegeben werden. Gefährdungskarten werden meistens mit Linien gleicher maximaler Bodenbeschleunigungen dargestellt, die mit einer Eintrittswahrscheinlichkeit von zehn Prozent in 50, 100 oder 500 Jahren auftreten (vgl. Abb. 6). Diese Bodenbeschleunigungen werden oft auch als prozentualer Anteil der Fallbeschleunigung g = 9,81m/s² dargestellt (SCHNEIDER 1992). Bauwerke werden bereits bei ungefähr zehn Prozent der Fallbeschleunigung zerstört, das entspricht einer horizontalen Bodenbeschleunigung von 0.98 m/s². Anhand der Karte in Abbildung 5 kann beispielsweise eine seismische Gefahrenzonierung und somit das Erdbebenrisiko der Region León für planerische Maßnahmen abgeschätzt werden (vgl. Kap. 4.5).

4.1 Erdbebengefahren

Neben den direkten Erschütterungsschäden an Bauwerken, welche beim Zusammensturz die Hauptgefahr für das menschliche Leben darstellen, so können auch sekundäre Effekte eintreten, welche die primären Effekte in ihrer schadenden Wirkung übertreffen (DIKAU & WEICHSELGARTNER 2005). Zu den sekundären Gefahren zählt man beispielsweise die durch Erdbeben ausgelösten gravitativen Massenbewegungen, Flutwellen und die

Bodenverflüssigung. Weiterhin können durch Erdbeben als sekundären Effekt auch technische Katastrophen, beispielsweise durch Brände ausgelöst werden.

4.1.1 Bodenbeschleunigung

Die primäre Gefahr die von Erdbeben ausgeht besteht darin, dass die dynamischen Belastungen der Bodenbeschleunigung die Standfestigkeit von Bauwerkteilen oder ganzer Bauwerke überschreitet und es dadurch zu einem partiellen oder totalem Zusammenbruch dieser kommt (SCHNEIDER 1992). Hierbei wird nicht nur das menschliche Leben direkt gefährdet, sondern durch Beschädigung von Infrastruktur, Wohngebäuden, Energieversorgung, Schulen, Industrie, etc. wird das gesellschaftliche Leben in hohem Maße gestört oder kommt in der Akutphase vollständig zum Erliegen.

4.1.2 Massenbewegungen

Erdbeben verursachen auch sekundäre Effekte, gravitative Massenbewegungen werden beispielsweise oftmals erst durch die Erschütterungen eine Erdbebens ausgelöst. Hierbei sind besonders die Gebiete mit einer hoher Reliefenergie gefährdet. Wenn die richtige Kombination von Material, Feuchte und überhöhten Böschungswinkel einen Hang instabil werden lässt, ist eine Hangrutschung oder ein Schuttstrom nahezu unvermeidbar. Es bedarf oftmals nur eines kleinen Auslösers, bereits die Bodenerschütterungen eines mittleren Bebens können ausreichen um eine Hangrutschung oder einen Schlammstrom auszulösen (DIKAU & WEICHSELGARTNER 2005). Dieser Prozess war beispielsweise ausschlaggebend für die Hangrutschung in Las Colinas, San Salvador, bei dem Erdbeben in El Salvador im Januar 2001 dem 700 Menschen zum Opfer fielen.

4.1.3 Bodenverflüssigung

Der Prozess der *Bodenverflüssigung* ist ein weiterer sekundärer Effekt, der bei Erdbeben auftreten kann. Intensive Bodenerschütterungen ab etwa 10 % der Schwerebeschleunigung, mit einer Dauer von mehr als 10 Sekunden, bedingen unter bestimmten Voraussetzungen diesen Prozess. Sind die Erschütterungen besonders heftig, so können beispielsweise wassergesättigte, sandige Schichten in Tonlagen in einen nahezu flüssigen Zustand übergehen und sich wie ein Fluid verhalten. Hierbei verlieren selbst stabil gebaute Gebäude ihren Halt und versinken im absackenden Untergrund oder rutschen bei Hanglage diesen ab. Selbst bei schwacher Geländeneigung kann ein Bodenfließen einsetzen, welches noch große Schäden an Gebäuden oder Infrastruktur bewirken kann (SCHMINCKE & HINZEN 2008). Der Prozess der

Bodenverflüssigung tritt besonders in Gebieten mit hohem Grundwasserspiegel auf, insbesondere in der Nähe von Fluss- oder Seeufern aber auch in verlandeten Seen. Da der Porenwasserdruck durch die Kompressionswellen schlagartig zunimmt kann in Extremfällen das Bodenwasser gar aus dem Boden in Form von Fontänen herausgepresst werden kann. Begünstigend für den Prozess der Bodenverflüssigung ist aber auch ein Untergrund aus wenig konsolidiertem Lockermaterial wie Talfüllungen, Verwitterungsschutt, etc. Diese Schichten besitzen im Vergleich zu dem darunter liegenden Material eine stark erniedrigte Impedanz in denen es zur Anhebung der Amplitude eines seismischen Signals und in dessen Folge zu nicht- linearen bleibenden Verformungen wie Grundbrüchen, dynamische Setzungen oder Bodenverflüssigung kommen kann (SCHNEIDER 1992). Der Untergrund der pazifischen Senke Nicaraguas besteht vorwiegend aus wenig konsolidierten vulkanischen Böden, somit ist das Risiko, dass diese bei Auftreten starker Kompressionswellen instabil werden besonders hoch. Die gesamte Pazifikküste Nicaraguas, somit auch die Region León, ist daher durch den Prozess der Bodenverflüssigung als sekundärer Effekt von Erdbeben besonders gefährdet (INETER 2000).

Seismische und vulkanische Aktivität haben in Nicaragua einen engen Zusammenhang: Die meisten Vulkane Managuas sind beispielsweise entlang tektonischer Verwerfungen entstanden (Vgl. Abb. 4). Der Entstehung des Vulkans Cerro Negro im Jahre 1850 gingen auch starke Flachbeben voraus bis er allmählich anfing sich aus einem Feld zu erheben. Bisher besteht kaum ein nachgewiesener Zusammenhang zwischen dem Auftreten starker Erdbeben und der Zunahme vulkanischer Aktivität (SCHMINCKE 2000), wiederum könnten Erdbeben Vulkanbauten teilweise beschädigen und so beispielsweise in die Magmakammer eintretendes Grundwasser als sekundärer Effekt von Erdbeben die vulkanische Aktivität verstärken.

4.1.4 Brände

Eine weitere sekundäre Gefahr durch Erdbeben ist die der *Brände*. Werden nach den Erdstößen und einem Versatz in den oberen Bodenschichten wichtige Leitungen zerstört, so kann aus geborstenen Gasleitungen beispielsweise eine erhebliche Brand- oder Explosionsgefahr ausgehen. In Nicaragua weiter verbreitet sind jedoch offene Feuerstellen welche nach Erdbeben jedoch auch zu flächendeckenden Bränden führen können, insbesondere dann, wenn die Wasserleitungen beschädigt sind und nicht genügend Löschwasser zur Verfügung steht. Dieses war Beispielsweise auch nach dem Erdbeben in

Managua 1972 der Fall (vgl. Kasten 1). In etlichen Gebäuden hatte es nach den Erdstößen gebrannt. Erschwerend kam dazu, dass ein Großteil der Feuerwehrfahrzeuge ebenfalls bei dem Erdbeben zerstört wurden - noch Tage nach dem Erdbeben konnten die Brände nicht unter Kontrolle gebracht werden (ROJAHN, 1973). Weiterhin können aber auch umgefallene Strommasten zu Bränden führen und stellen eine weitere direkte Gefahr durch Stromschlag dar.

4.2 Seismische Gefahrenzonierung Nicaraguas

Anhand der Verteilung der Erdbeben- Epizentren, teilt INETER (2000) Nicaragua in vier seismische Gefahrenzonen ein (vgl. Abb. 5). An der Oberkante der subduzierenden Cocos-Platte konzentrieren sich parallel zur Küstenlinie Nicaraguas Erdbebenherde welche im Bereich der Tiefseerinne noch als Flachherdbeben auftreten. Diese Epizentren tauchen dann entlang der Wadati-Benioff-Zone in einem steilen Winkel bis zu einer Tiefe von ca. 250 km unter dem Territorium Nicaraguas ab (vgl. Abb. 3). Hierbei treten ca. 90 % aller Erdbeben Nicaraguas, in einer verhältnismäßig schmalen Zone entlang der Pazifikküste, in verschiedenen Tiefen auf. Diese Zone westlich der vulkanischen Front, in dem auch die Region León liegt, gilt daher als hoch Erdbeben gefährdet.

Eine zweite, ebenfalls schmale Zone liegt weiter östlich inmitten der vulkanischen Front, innerhalb derer vermehrt Flachherdbeben auftreten. Für diese Zone entlang der vulkanischen Front ist die Gefahr durch Erdbeben am höchsten, besonders durch das häufige Auftreten von Flachherdbeben. Diese Beben geringer Herdtiefe sind auf vulkanische Tätigkeit zurückzuführen, welche durch Magmenaufstieg und entsprechende Spannungsveränderungen in den Gesteinen der umgebenden Lithosphäre Scherbrüche auslösen. Besonders gefährlich sind hierbei die Flachherdbeben entlang der tektonischen Verwerfungen, welche transversal zu der Subduktionszone verlaufen. Die Hauptstadt Managua befindet sich in solch einer Zone und ist von tektonischen Verwerfungen durchzogen (vgl. Abb. 4). Dieser Umstand führte beispielsweise im Jahre 1972 zu einem sehr folgenreichen Erdbeben (Vgl. Kasten 1) obwohl dieses mit einer Richter Magnitude von 5.6 verhältnismäßig schwach gewesen war (WHEELOCK ROMÁN 2000).

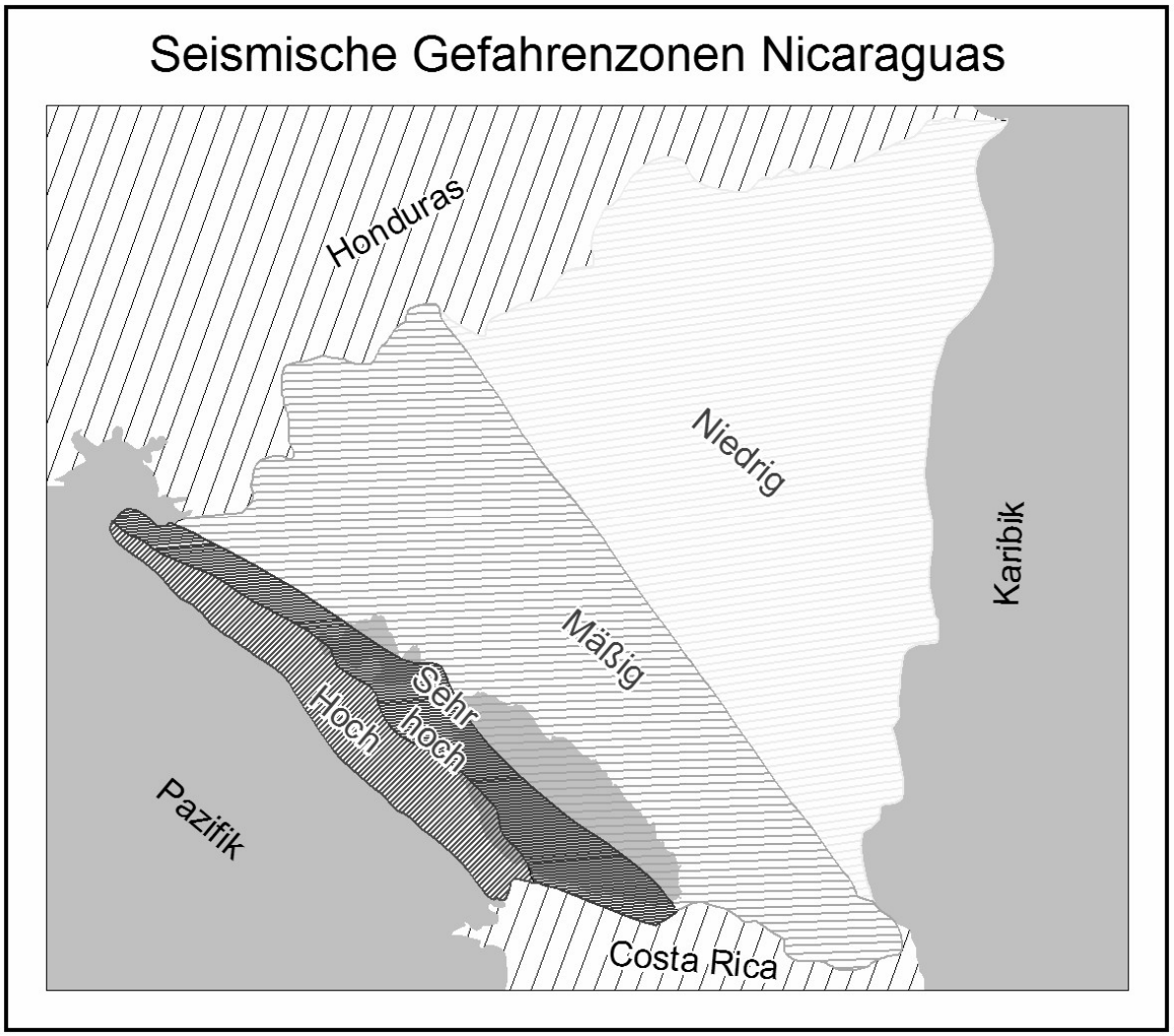


Abbildung 5: Seismische Gefahrenzonen Nicaraguas (Quelle: INETER 2000; Eigene Darstellung)

Eine dritte seismische Zone liegt weiter östlich der vulkanischen Front und ist bedeutend breiter als die vorher beschriebenen. Da die Eintrittswahrscheinlichkeit großer Erdbeben hier allgemein schon recht niedrig ist, wird diese als mäßig bedroht eingestuft. Diese dritte seismische Zone erstreckt sich über das Bergland im Norden zum Südufer des Nicaraguasees entlang des Río San Juan bis zu dessen Mündung in San Juan del Norte. Insbesondere das Gebiet entlang des Río San Juan ist hierbei hervorzuheben, hier sind 12 Erdbeben dokumentiert welche Richter- Magnituden von 7 bis 7.7 erreichten. Das Auftreten dieser Erdbeben wird mit der auf karibischer Seite nahe liegenden Hess-Störung in Verbindung gebracht (INCER BARQUERO 2000).

Das Bergland in Norden des Landes wird dagegen nur äußerst selten von starken Erdbeben erschüttert, im letzten Jahrhundert wurden beispielsweise nur 3 dokumentiert. Da man aber

weiter mit dem Auftreten starker Beben in diesem Gebiet rechnet, zählt man dieses zu der Zone mäßiger Bedrohung.

Noch viel seltener treten Erdbeben im Nordosten und Osten des Landes auf, daher wird die Gefährdung durch Erdbeben in dieser vierten Zone als gering eingestuft. Dieses führt man auf die Lage in einem Bereich relativer tektonischer Ruhe innerhalb der Karibischen- Platte zurück wo zudem nur wenige Störungszonen innerhalb der Lithosphäre aufzuweisen sind. Die Bewegungsbeträge an den Störungszonen innerhalb von den Lithosphärenplatten laufen eine Größenordnung kleiner als an den Plattenrändern ab, entsprechend treten Erdbeben hier nur selten in Form von Intraplatten- Beben auf. Diese Erdbeben weisen auch nur geringere Magnituden als oberhalb der Subduktionszone auf.

Die vorgestellte seismische Zonierung Nicaraguas gibt nur eine nominale, untergrundunabhängige, makroseismische Intensität wieder und soll einer groben Einteilung der Pazifikküste Nicaraguas nach ihrer seismischen Gefährdung dienen. Für diese Gefahrenzonierung wurden Unterschiede in den zu erwarteten seismischen Belastungen durch Einflüsse der Wellenausbreitung in größeren geologischen Einheiten festgehalten. Bezüglich des Herdvorgangs und der Ausbreitung der seismischen Wellen geht man hier jedoch makroseismisch, von einer einheitlichen Belastung in der gesamten Zone aus. Innerhalb einer einheitlich belasteten seismischen Zone sind jedoch die lokalen Gegebenheiten wie der Untergrund der oberen Meter, die Bodenarten und Bodensubstrate, die mikroskalige Topographie, tektonische Störungen, etc. von bedeutenden Einfluss (SCHNEIDER 1992). Der Untergrund muss im Einzelnen noch auf die unterschiedliche Belastung, die von der Veränderung des seismischen Signals beim Durchgang durch die oberflächennahen Schichten bewirkt wird, besonders berücksichtigt werden. Nur mikroskalige Untersuchungen können im Sinne der Katastrophenvorsorge dazu dienen, Risikogebiete so auszuweisen, dass Raumplanung in Sinne der Vorsorge stattfinden kann. Dieses wurde bereits in vielen Regionen Nicaraguas durchgeführt und soll in den kommenden Jahren flächendeckend abgeschlossen sein (SINAPRED 2005).

4.3 Erdbebengefährdung der Region León

Durch die Lage oberhalb der Subduktionszone ist die seismische Gefährdung der gesamten pazifischen Region sehr hoch. Es sind auf dem Staatsgebiet Nicaraguas bereits mehrfach Richter- Magnituden von 7.0 bis 7.7 als Maximalwerte registriert worden, Schätzungen gehen

jedoch auch davon aus, dass auch Magnituden von 8 theoretisch möglich sind (WHEELOCK ROMÁN 2000; INETER 2000).

Besonders gefährlich für die Region sind die Flachherdbeben welche vorwiegend entlang der Subduktionszone auftreten. Obwohl die Epizentren dieser Erdbeben meist nur weit vor der Küste auftreten, können sie auch in größeren Entfernungen durch sehr hohe Bodenbeschleunigungen entsprechend zerstörerisch wirken (vgl. Abb. 6). Zudem besteht der Untergrund der Region León vorwiegend aus mächtigen, vulkanischen Sedimenten. Dieses führt bei Erdbeben zu starken Vergrößerungen der seismischen Signale im technisch relevanten Frequenzbereich (1 – 20 Hz). Gebäude labiler Bauweise aus Taquezal etwa, sind so starken Belastungen ausgesetzt. Die Region ist daher seismisch hoch gefährdet.

Betrachtet man die Siedlungen, die innerhalb des Vulkangürtels Cordillera de los Maribios liegen, sind diese einer maximalen Bedrohung durch Erdbeben ausgesetzt. Das liegt daran, dass durch oberflächennahe vulkanische Erdbeben die Gefahr der Zerstörung noch mal erhöht ist, zumal in diesem Bereich der Lithosphäre durch den aktiven Vulkanismus mehrere Verwerfungen verlaufen, und diese bei starken Beben wieder aktiviert werden können. INETER berücksichtigt diesen Umstand durchaus, da hier aber die Bevölkerungsdichte relativ gering ist, fällt das seismische Risiko in der Summe ebenso hoch wie beispielsweise in der Stadt León.

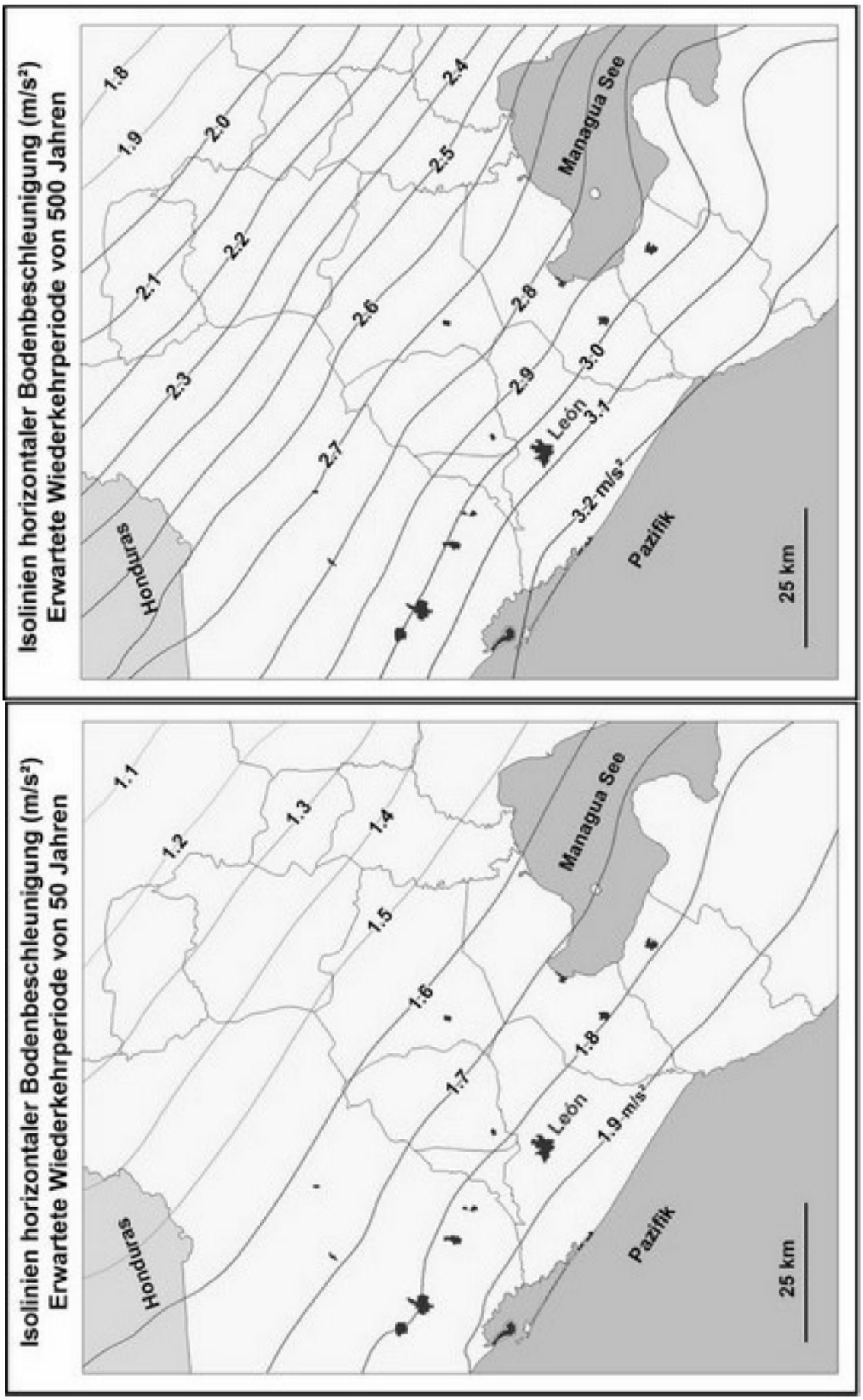


Abb. x: Linien gleicher horizontaler Beschleunigung (Quelle: INETER 2000; Eigene Darstellung)

4.4 Wiederkehrperioden

Für die Region León werden, wie in Abbildung 6 dargestellt, bei Erdbeben mit erwarteter Wiederkehrperiode von 50 Jahren Bodenbeschleunigungswerte von 1,6 – 1,9 m/s² geschätzt. Da bereits 10 % der Schwerebeschleunigung Gebäude beschädigt oder zerstört werden können und die Werte der erwarteten horizontalen Bodenbeschleunigung diese überschreiten, ist davon auszugehen, dass die Region León statistisch alle 50 Jahre von zerstörerischen Erdbeben heimgesucht wird. So schätzt SINAPRED (2005a) für die Stadt León, dass selbst bei den Bodenbeschleunigungen mit einer Wiederkehrperiode von 50 Jahren, ca. 70 % der Gebäude der Stadt beschädigt oder gar zum Teil einstürzen würden. Dieses ist auch darauf zurückzuführen, dass hier eine Vielzahl alter Gebäude aus Taquezal bestehen und somit sehr anfällig gegenüber horizontaler Beschleunigungen sind.

Betrachtet man die Schätzungen einer Wiederkehrperiode von 500 Jahren (vgl. Abb. 6), so werden maximale Bodenbeschleunigungen von 2,7 - 3,2 m/s² erwartet. Diese seismische Horizontallast entspricht ca. 30 % der Schwerebeschleunigung und übertrifft bei weitem die zu erwartende Standfestigkeit der Gebäude in der Region. Für die Stadt León hieße das, dass bei Auftreten dieser Horizontalbeschleunigungen 76 % der Gebäude extrem beschädigt oder total zerstört werden würden. (SINAPRED 2005a).

4.5 Erdbebenvorsorge

Es sind sowohl planerische als auch technische Maßnahmen für die Reduzierung des Erdbebenrisikos möglich, die in einer integrierten Strategie der Katastrophenvorsorge zusammengeführt werden (vgl. DIKAU & WEICHSELGARTNER 2005).

Die Raumplanung ist ein wesentliches Element zur Vorsorge. Dieser geht eine Risikoanalyse voraus, welche die Basis einer seismischen Gefahrenzonierung bildet. Anhand einer Raumplanung soll erreicht werden, dass in besonders risikobehafteten Gebieten nicht gesiedelt werden darf, um entsprechend die Exposition zu verringern. INETER hat diese Risikoanalysen durchgeführt und entsprechend Empfehlungen an SINAPRED geleitet (vgl. SINAPRED 2005a).

Weiterhin kann das Erdbebenrisiko anhand bautechnischer Konstruktionen, bei Anwendung von Grundprinzipien erdbebensicheren Bauens, in den Gefahrengebieten verringert werden. Die nachträgliche Ertüchtigung einfacher Wohnhäuser aus *Taquezal* (vgl. Glossar), wie sie in

der Region León weit verbreitet sind kann einen großen Beitrag zur Minimierung der Schäden leisten. Wenngleich diese Maßnahmen relativ kostengünstig durchgeführt werden können, ist es für viele Bewohner der Region nicht möglich die zusätzlichen Kosten aufzubringen. Hierzu wären Förderprogramme von hohem Nutzen.

Eine Frühwarnung vor Erdbeben ist wegen der hohen Ausbreitungsgeschwindigkeit seismischer Wellen kaum möglich. Anhand von Statistiken kann man lediglich die Wahrscheinlichkeit abschätzen mit der sich ein Erdbeben in einer bestimmten Region, mit einer bestimmten Magnitude oder Intensität innerhalb einer bestimmten Zeitspanne wiederholt. Diese probabilistische Erdbebenvorhersage ist jedoch für eine Frühwarnung ungeeignet - die Unsicherheiten der Aussage sind sehr groß und der genaue Zeitpunkt eines Erdbebens kann nicht bestimmt werden - und kann lediglich dazu dienen um Risikogebiete auszuweisen und entsprechend vorsorgend zu handeln.

Technisch möglich und für die Katastrophenvorsorge relevant ist jedoch die automatische Abschaltung von Anlagen aus denen eine besondere Gefährdung hervorgeht oder die besonders schutzbedürftig sind, wie beispielsweise Anlagen für die Energieerzeugung oder der chemischen Industrie, Gasleitungen, etc. Wegen des großen Unterschieds zwischen den Ausbreitungsgeschwindigkeiten elektromagnetischer Signale wie Radiowellen (c = 300.000 km/s) und denen seismischer Wellen (c = 10 km/s) kann bei größerer Entfernung zwischen dem Erdbebenherd und diesen Anlagen ein Zeitvorteil von wenigen Sekunden bis teilweise Zehner- Sekunden zwischen Messung der Schwingungen und eintreten des Erdbebens entstehen. Dieser Zeitvorteil kann genutzt werden um eine automatische Abschaltung zu bewirken und somit zumindest die Sekundärschäden von Erdbeben zu verringern. In Nicaragua gibt es Überlegungen automatische Abschaltungen anhand von Radiowellen einzuführen (Interview 4). Weiterhin betreibt INETER eine Vielzahl von seismischen Messstationen in Nicaragua, diese können wie bereits erläutert jedoch nicht für eine Frühwarnung der Bevölkerung vor Erdbeben eingesetzt werden.

Kasten 1

Das Erdbeben von 1972 in Managua

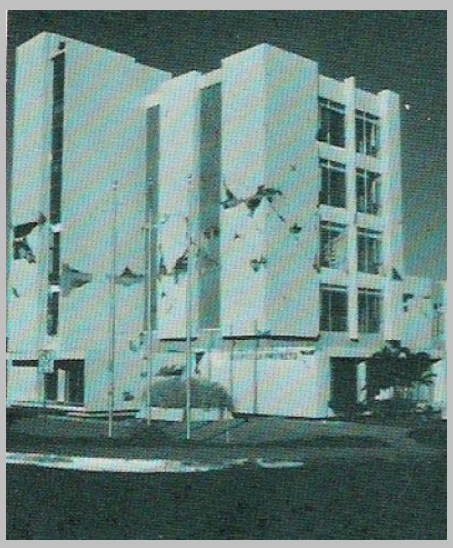
Am 23. Dezember 1972 erschütterte ein schweres Erdbeben die Stadt Managua. Trotz der verhältnismäßig geringen Magnitude des Bebens von ca. 6 auf der Richter- Skala (die Angaben variieren je nach Quelle) waren die Folgen verheerend. Das Epizentrum lag direkt unterhalb der Stadt in einer Tiefe von nur 5 km und wies während des Hauptbebens eine Dauer von 10 – 15 Sekunden auf. Die größten Zerstörungen wurden in unmittelbarer Nähe der Tiscapa- Verwerfung im Zentrum der Stadt verzeichnet, hier erreichte die Intensität der Erschütterungen nach der Mercalli- Skala Stärke 9.0 (INCER BARQUERO 2000).

Von den damals ca. 450.000 Einwohnern der Stadt fielen diesem Ereignis ca. 10.000 Bewohner zum Opfer, ca. 20.000 weitere wurden verletzt. Die Fläche totaler Zerstörung erstreckte sich über 13 km² in der Innenstadt, über 27 km² waren direkt betroffen. Die geschätzten Schäden beliefen sich auf ca. 1,8 Mrd. US$ (WHEELOCK ROMÁN 2000). Nahezu 75% der Gebäude (darunter 53.000 Wohngebäude) Managuas wurden zerstört oder stark beschädigt, wodurch 200.000- 250.000 Menschen obdachlos wurden. Die meisten dieser Gebäude waren in landestypischer Art aus Taquezal erbaut und in vielen Fällen mindestens 40 Jahre alt (aufgebaut nach dem Erdbeben 1931). Dieser Umstand bewirkte die hohe Vulnerabilität gegenüber Bodenerschütterungen und daher das verheerende Ausmaß der Gebäudeschäden.

Die Sekundärschäden durch das Beben fielen besonders hoch aus, da die vier größten Krankenhäuser (1650 Betten) so stark in Mitleidenschaft gezogen wurden, dass diese den Betrieb einstellen mussten. Nahezu das gesamte Material zur Brandbekämpfung war zerstört, wodurch die Brände in Folge des Bebens außer Kontrolle gerieten und tagelang wüteten (ROJAHN, 1973).

Die Wasser- und Stromversorgung fielen in Folge des Erdbebens im Innenstadtbereich nahezu komplett aus, ein Großteil der Versorgungsleitungen waren durch die Bodenerschütterungen und den Bodenversatz entlang der Verwerfungen zerstört worden. Noch eine Woche nach dem Erdbeben konnten erst 10% der Bevölkerung wieder mit Wasser versorgt werden.

Die Ausschlaggebenden Faktoren für die verheerenden Schäden waren einerseits die starken Bodenerschütterungen in Folge der geringen Tiefe des Epizentrums in unmittelbarer Nähe zum innerstädtischen Bereich, andererseits die große Anzahl der Gebäude aus Taquezal, welche besonders anfällig für Erdbeben ist.



Bildquelle: Earthquake Information Bulletin, September-October 1973, Volume 5, Number 5.

5 Naturgefahr Tsunami

Tsunamis gehören durch großflächige Ausbreitung und ihre Fernwirkung zu den größten Naturrisiken. Diese Ereignisse galten lange Zeit als sogenannte *high magnitude- low frequency events*. Die Nachforschungen der letzten Jahre haben aber ergeben, dass diese Ereignisse häufiger sind als bisher angenommen und daher die Katastrophenvorsorge von besonderer Bedeutung ist. Tsunamis können in Folge unterschiedlicher Ereignisse wie Erdbeben am Meeresboden, Vulkaneruptionen, kollabierende Vulkanflanken oder submarine Rutschungen entstehen (DIKAU & WEICHSELGARTNER 2008). Die häufigste Ursache der Entstehung von Tsunamis ist hierbei die Auslösung durch submarine Erdbeben mit geringer Herdtiefe.

Kommt es bei einem großen Seebeben zu seismischen Verschiebungen des Meeresbodens mit einer Vertikalkomponente, so werden nicht nur seismische Wellen, sondern als sekundärer Effekt auch Gravitationswellen, *Tsunamis*, im Ozean ausgelöst. Anders als atmosphärisch angeregten Oberflächenwellen, erstreckt sich die Bewegung der Tsunamis über den gesamten Wasserkörper bis zu dem Meeresboden und breitet sich als langperiodische Gravitationswelle (ähnlich den seismischen Love- und Raleighwellen) mit geringer Amplitudenabnahme und hoher Geschwindigkeit über ganze Ozeanbecken hinweg aus. Die Wellenhöhe beträgt auf dem offenen Ozean meist nur einige Dezimeter bis ein Meter, die Wellenlänge hingegen bis zu 200 km (SCHNEIDER 1992).

Trifft ein Tsunami auf den Kontinentalschelf, wird er durch die abnehmende Wassertiefe im vorderen Bereich stark abgebremst, die hinteren großen Wassermassen drängen mit hoher Geschwindigkeit nach. Die Wellenenergie erstreckt sich in senkrechter Richtung und die Welle bäumt sich auf. Auf diese Weise kann sich aus der nur einen Meter hohen Welle im offenen Ozean eine Wellenhöhe *(Run–up)* von bis zu mehreren zehn Metern oder mehr aufbauen. Ein weiteres Charakteristikum für Tsunamis ist die vor allem in flachen Küstenzonen auftretende, großflächige Überflutung *(Inundation)*, die aus den vordrängenden Wassermassen resultiert.

Die Höhe des Run-up und die Ausdehnung der Inundation hängen von mehreren Faktoren ab. Neben der Amplitude und Periode der Welle sind Relief und Wassertiefe vor der Küste von Bedeutung. Ebenso beeinflusst auch die Küstengestalt die Eigenschaften eines Tsunami,

bedingt durch Konvergenz und Divergenz der Wellenfronten. Natürliche Barrieren vor der Küste, wie Korallenriffs oder Mangrovensäume bilden Reibungshindernisse und bremsen ihrerseits den Tsunami, flache Küsten dagegen begünstigen die Inundation. Auch die Gezeiten können einen Einfluss haben. So kann sich die Wirkung eines Tsunami bei Hochwasser noch verstärken, während Niedrigwasser diese verringern kann. Große Tsunamis können in mehreren Wellen auftreten, deren Amplituden zeitlich mehrere Minuten bis zu mehr als zwei Stunden auseinander liegen (SCHEFFERS 2008). Hierbei ist nicht immer die erste Welle die stärkste und höchste. Vielmehr können die folgenden, wesentlich kleineren Wellen durch mitgeführtes Treibgut größere Schäden anrichten.

5.1 Tsunamigefahren

Die Hauptgefahren eines Tsunamis resultieren aus der gewaltigen Wassermasse, der hohen Geschwindigkeit und der langen Wirkdauer. Die Masse kann das 100 bis 1000fache einer Sturmwelle erreichen, die Geschwindigkeit bei Eintreffen an der Küste mehrere zehn Kilometer pro Stunde und die Dauer wenige Minuten bis etwa eine halben Stunde betragen (DIKAU & WEICHSELGARTNER 2005). Bereits kleine Tsunamis, beispielsweise mit einem Run-up von einem Meter, können in niedrig gelegenen Küstenbereichen große Schäden anrichten und viele Opfer fordern. Die Gefahr hierbei ist besonders hoch, wenn die landeinwärts als auch seewärts (der *backwash*) auftretenden Strömungen der Inundation so schnell sind, dass sie alles mit sich reißen, Menschen sich in dieser nicht halten können und ertrinken oder durch mitgeführtes Treibgut erschlagen werden. Selbst die Fundamente großer Brücken oder Gebäude können bei der Inundation unterspült und zum Einsturz gebracht werden, die Erosion die gesamte Infrastruktur im Küstenbereich beschädigen (SCHEFFERS 2008). Die Küstenerosion in Folge der Inundation kann also weite Teilstriche der Küste nachhaltig verändern und somit auch nachhaltige Folgen für die lokale Wirtschaft haben. So können beispielsweise die besonders tief gelegenen Aquafarmen, wie sie in der Region León beispielsweise häufig sind, zerstört werden und somit die einzige Einkommensquelle neben der Fischerei für viele Küstenbewohner vernichten.

Fällt der Run- up hingegen als vertikale Wasserwand hoch aus, so ist die mechanische Wirkung der Wellenfront besonders zerstörerisch. Durch den direkten Aufprall der Wassermassen können direkt in Strandnähe liegende Bauwerke zerdrückt, bewegliche Güter wie Autos, Boote, Maschinen weite Strecken landeinwärts gedrückt werden. Sind die Wassermassen besonders hoch, können in Gebäuden von der Welle überraschte Menschen

ertrinken. Ein hoher Run-up bedingt auch meist eine großflächige Inundation und hat die Verwüstung ganzer Landstriche zur Folge.

5.2 Tsunamigefährdung der Region León

Das Tsunami- Risiko Nicaraguas wurde lange Zeit durch das verhältnismäßig seltene Auftreten dieser Naturereignisse im Lande und somit dem fehlenden kollektiven Bewusstsein unterschätzt (WHEELOCK ROMÁN 2000). Infolge des Tsunamis im Jahre 1992 (vgl. Kasten 2) stellte man jedoch intensive Nachforschungen in Kooperation mit CEPREDENAC und kam zu dem Ergebnis, dass diese Ereignisse weniger selten aufgetreten waren als bis dahin vermutet (INETER 2000). So konnte man für Mittelamerika in historischer Vergangenheit mehr als 50 dieser Ereignisse nachweisen, von denen neun auch die Küste Nicaraguas trafen. Weiterhin stieg das Bewusstsein, dass Tsunamis nicht nur die Küsten Nicaraguas heimsuchen wenn diese in Folge der Subduktion unmittelbar vor dem eigenen Territorium, sondern auch vor anderen Mittelamerikanischen Ländern entstehen. Man erwartet beispielsweise in naher Zukunft ein starkes Seebeben in Costa Rica vor der Halbinsel Nicoya, in dessen Folge ein Tsunami auch die Pazifikküste Nicaraguas treffen würde. Das Seebeben im Indischen Ozean im Dezember 2004 dürfte spätestens auch die Fernwirkung der Tsunamis wieder in Erinnerung gerufen haben. Hierdurch wurde wieder verdeutlicht, dass die entlang der gesamten zirkumpazifischen Subduktionszone auftretenden Tsunamis somit auch die Pazifikküste Nicaraguas bedrohen.

In Nicaragua können Tsunamis auch durch andere Naturereignisse als submarine Erdbeben ausgelöst werden, etwa durch Vulkaneruptionen, kollabierende Vulkanflanken entlang der großen Seen und submarine Rutschungen am Kontinentalhang. Somit gibt es nicht nur mehrere Auslösemechanismen welche die Pazifikküste und unter Umständen auch die Karibikküste bedrohen, sondern auch im Landesinneren entlang der großen Seen und der Küste des Golfs von Fonseca. Die Erkenntnisse aus den Untersuchungen haben bewirkt, dass das Tsunami- Risiko für Nicaragua korrigiert wurde. Sowohl die Eintrittswahrscheinlichkeit als auch die Einschätzung möglich betroffener Gebiete wurde durch INETER (2000) korrigiert.

Die gesamte Pazifikküste Nicaraguas ist demnach infolge von Tsunamis hoch gefährdet, die anliegenden Regionen und somit auch der gesamte Küstenabschnitt der Region León, haben demnach von INETER die maximale Risikokategorie infolge dieser Ereignisse erhalten.

Innerhalb der Region León sind die Orte Salinas Grandes, Poneloya und Las Peñitas infolge von Tsunamis hochgradig gefährdet. Diese erlitten beim Tsunami 1992 ebenfalls schwere Schäden. Die maximale Bedrohung durch Tsunamis in Nicaragua erfährt die Stadt Corinto mit ihren 18.000 Einwohnern, dazu führen mehrere Faktoren. Wenngleich eine vorgelagerte Insel vor der Stadt als natürliche Barriere Schutz vor einem hohen Run-up bieten mag (wie beim Tsunami 1992 geschehen), so liegt ein Großteil der Stadt nur knapp zwei Meter über dem Meeresspiegel, einige Teile davon sind noch tiefer. Das führt bereits schon bei Hochwasser zu Überflutungen. Bei der Inundation infolge eines Tsunamis würde somit die Stadt vollständig unter Wasser gesetzt sein. Die besonders hohe Vulnerabilität resultiert auch aus dem Umstand, dass der nächstliegende, sichere Ort 10 bis 15 Kilometer entfernt liegt (INETER 2000) und dorthin nur eine Straße führt, die mehrere Kilometer parallel zur Küste im besonders Tsunami gefährdeten Abschnitt verläuft.

Nach Aussagen der örtlichen Behörden (Experteninterviews 5- 8) wäre es nahezu unmöglich eine rechtzeitige Evakuierung der Bevölkerung auf diesem Wege durchzuführen. Zudem wäre die Stadt nach einem Tsunami, welcher genau diesen schmalen Küstenabschnitt trifft nicht mehr auf dem Landwege zu erreichen. Da die Versorgungsleitungen auf diesem Küstenabschnitt geführt werden, würden Strom und Wasser ausfallen, die Trinkwasservorräte wiederum nur zwei Tage halten. Aus diesem Grunde sind hier perfekt abgestimmte Katastrophenvorsorge und Risikomanagement mit entsprechender Frühwarnung der Bevölkerung unabdingbar um im Falle eines Tsunamis eine Katastrophe zu verhindern.

Eine Gefahr geht aber auch für die Siedlungen entlang des Managuasees infolge vulkanogener Tsunamis aus (Vgl. Kap. 3.1.1) Besonders bedroht wären in diesem Falle Puerto Momotombo in der Region León und die Hauptstadt Managua. Für diese wären die Folgen eines solchen Ereignisses durch die hohe Vulnerabilität besonders katastrophal, zumal die Frühwarnung kaum möglich wäre. Durch die geringe Eintrittswahrscheinlichkeit werden die Gebiete um die großen Seen herum von INETER jedoch als mäßig bedroht eingestuft.

5.3 Tsunamivorsorge

Gegen Tsunamis können verschiedene Vorsorgemaßnahmen getroffen werden. Dennoch ist es kaum möglich, sich aktiv gegen diese Naturereignisse zu schützen. Es können zwar beispielsweise Schutzwälle an den Küsten errichtet werden, diese Maßnahme ist aber kostspielig und daher in Nicaragua kaum durchführbar. Zudem wird hierdurch nur die

Wellenenergie des Run-up gebrochen, die Inundation dagegen nicht aufgehalten (SCHEFFERS 2008). Mangrovenwälder bilden einen natürlichen Küstenschutz und verringern ebenso beträchtlich die Wellenenergie. Sie sind an der Küste Leóns zum Teil auch vorhanden, werden jedoch für Aquafarmen zunehmend abgeholzt.

Eine weitere wichtige Maßnahme ist die der Risikokartierung mit der Anlage von Überflutungskarten für die Küstenregion. Anhand dieser können die Risikogebiete ausgewiesen und entsprechende Raumplanungen getroffen werden. Die Zurücknahme der Bebauung aus diesen Gebieten trägt durch verringerte Exposition wesentlich zur Gefahrenminderung bei.

Weitaus effektiver sind Maßnahmen wie Aufklärung, Sensibilisierung und Frühwarnung der Bevölkerung. Hierbei sollten die Menschen zunächst über die Vorgänge bei einem Tsunami und seine Warnzeichen unterrichtet werden. Aufgrund des Tsunami im Jahre 1992 ist jedoch festzustellen, dass die Küstenbewohner Leóns durch dieses Ereignis weitgehend sensibilisiert sind und die Vorzeichen eines Tsunami erkennen (Interview 4, vgl. Anhang B). Berichten der Betroffenen zu Folge waren vor dem Ereignis massenhaft Krebse aus dem Meer landeinwärts geflüchtet. Zum damaligen Zeitpunkt rief dieses lediglich Verwunderung hervor. Durch die erlebte Situation ist jedoch eine breite Sensibilisierung erreicht worden. Die Behörden nutzen diesen Umstand und halten diese Vorzeichen durch Tsunami- Warnschilder entlang der Küste im kollektiven Gedächtnis. (vgl. Abb. 7).

Abbildung 7: Tsunami-Warnschild in der Region León (Quelle: Eigenes Foto).

Das zuständige Institut für territoriale Studien (INETER) überwacht in Zusammenarbeit internationaler Institutionen, diverse Parameter wie seismische Aktivität, Messungen der Meeresspiegelhöhe, Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle. Hierdurch soll eine rechtzeitige Warnung der Bevölkerung vor einem Ereignis ermöglicht werden. Durch das aufgestellte interkommunale Frühwarnsystem in den Gemeinden Leóns (vgl. Kap. 9.4) sind die technischen Voraussetzungen geschaffen worden. Hierbei ist jedoch in den Gemeinden selbst noch keine Möglichkeit vorhanden um eine eintreffende Warnung schnell zu verbreiten, wie es beispielsweise durch eine Sirene möglich wäre. Hier empfiehlt es sich nachzubessern, damit eine rechtzeitige Warnung der gesamten Gemeinde möglich wird.

Kasten 2

Der Tsunami im September 1992 in Nicaragua

In den Abendstunden des 01. Septembers 1992 traf ein Tsunami die gesamte Pazifikküste Nicaraguas und richtete hierbei verheerende Schäden an.

Bei diesem Ereignis starben mehr als 170 Menschen und es wurden mehr als 480 verletzt, die Mehrheit der Opfer waren Kinder. Es wurden zahlreiche Gebäude entlang eines Küstenstreifens von ca. 200km beschädigt oder ganz zerstört, die Schadensumme wurde auf 25$ Millionen (USD) geschätzt.

Der Tsunami wurde durch ein Erdbeben der Magnitude 7.2 ausgelöst. Das Epizentrum des Bebens lag oberhalb der Subduktionszone zwischen der Cocos- und der Karibischen Platte in einer Tiefe von 10 km.

Die durchschnittliche Wellenhöhe belief sich auf 4 Meter, es wurden aber auch Maxima von fast 10 Metern in El Tránsito erreicht wo auch die meisten Opfer zu beklagen waren. Weiterhin wurden acht Meter Wellenhöhe in Marsella und sieben Meter in Las Salinas erreicht.

Quellen: WHEELOCK ROMÁN 2000; INETER 2000

Zerstörungen an der Küste Nicaraguas in Folge des Tsunamis (Bildquelle: www.ngdc.noaa.gov)

6 Naturgefahr Gravitative Massenbewegungen

Der Begriff der gravitativen Massenbewegungen umfasst eine ganze Gruppe von Prozessen. Gemeint sind hiermit alle an der Erdoberfläche selbst und in der oberflächennahen Lithosphäre auftretenden, hangabwärts gerichteten Verlagerungen von Fels, Schutt und Feinsubstrat. Die Verlagerungsprozesse beinhalten das Fallen, Kippen, Gleiten, Driften, Fließen und die komplexere Kombination der genannten Prozesse, die sich während der Hangabwärtsbewegung verändern (DIKAU & WEICHSELGARTNER 2005; GLADE & STÖTTER 2008). Das bewegte Volumen kann hierbei von wenigen Kubikmetern bis zu mehreren Kubikkilometern bewegter Masse bei einem einzelnen Ereignis variieren, die für die Schadenswirkung besonders bedeutende Prozessgeschwindigkeit kann unabhängig davon wenige Millimeter pro Jahr bis mehrere Meter pro Sekunde betragen. Durch Massenbewegungen gefährdete Gebiete weisen alle eine Grunddisposition für diese Ereignisse auf. Hierzu gehören beispielsweise eine bestimmte Hanggeometrie, wenig konsolidiertes Lockergestein oder Bodensubstrat, Grad und Art der Vegetationsbedeckung, etc. Gravitative Massenbewegungen können als isoliertes Ereignis, oder in Kombination mit Erdbeben oder Vulkanausbrüchen, wie in Nicaragua häufig, auftreten. Weitere Auslöser können Niederschläge extremer Intensität oder lang anhaltender Dauer, oder die Kombination aus beiden sein.

Ein wichtiger Einflussfaktor auf gravitative Massenbewegungen ist die Vegetationsbedeckung. So kann beispielsweise die Aufforstung als Maßnahme der Katastrophenvorsorge zur Stabilisierung, die Abholzung hingegen zur Destabilisierung eines Hanges beitragen. Selbst bei herabgesetzter Stabilität eines Hanges findet die Bewegung jedoch nicht zwangsweise statt, erhöht aber das Risiko. Um den Prozess auszulösen bedarf es oftmals weiterer Störungen des Hanggleichgewichts, wie lang anhaltende Niederschläge oder Erdbeben. Gravitative Massenbewegungen sind lokale Ereignisse die sich auf den Hang oder die Gebiete unterhalb eines Hanges begrenzen, unter bestimmten Voraussetzungen kann sich ihr hohes Schadenpotenzial jedoch bis auf mehrere Kilometer Entfernung erstrecken (DIKAU & WEICHSELGARTNER 2005).

6.1 Gefahren aus Massenbewegungen

Die große Schadenswirkung gravitativer Massenbewegungen geht von der bewegten Masse und der hierbei auftretenden Kräfte aus, deren Ausmaß der Zerstörung von einzelnen

Objekten bis hin zu ganzen Siedlungen, sowie einer extremen Gefährdung von Menschenleben führen kann (GLADE & STÖTTER 2008). Die Gefahr bei Ereignissen wie Felsstürzen, Kippungen und schnellen Hangrutschungen ist hierbei, aufgrund der hohen Prozessgeschwindigkeit besonders hoch. Durch die eingeschränkten Fluchtmöglichkeiten ist die Gefahr somit auch für den Menschen direkt gegeben und besteht darin durch die Massen erschlagen oder verschüttet zu werden. Indirekte Folgen bestehen unabhängig von der Prozessgeschwindigkeit in der Schädigung oder Zerstörung von Gebäuden, Verkehrswegen und Versorgungsleitungen, aber auch der landwirtschaftlichen Nutzflächen. Durch Einfahren von Erdmassen in Gewässer können auch Tsunamis ausgelöst werden. (vgl. Kap. 5).

6.2 Massenbewegungen in Nicaragua

Den gravitativen Massenbewegungen wurde in Nicaragua in der Vergangenheit wenig Beachtung geschenkt. Die wachsende Anzahl dieser Ereignisse und die weitreichenden Folgen von Hurrikan Mitch, die zur Hangrutschung des Vulkans Casita führten, schärften jedoch das Bewusstsein, dass das Land einem höheren Risiko infolge dieser Prozesse ausgesetzt ist als bis dahin angenommen (RODRIGUEZ 2000). Nach diesem Ereignis hat somit in Nicaragua eine erneute umfassende Untersuchung stattgefunden um ein realistisches Bild der Gefährdungslage zu erhalten. Hierbei war es äußerst schwierig ist das Auftreten dieser Ereignisse aufgrund ihrer Komplexität hinreichend zu quantifizieren und das Risiko umfassend zu beurteilen. Zudem müssen diese kleinräumig betrachtet werden, da es sich vorwiegend um Prozesse handelt, die sich auf einzelne Hänge und unmittelbare Umgebung beschränken. Da diese nur einen kleinen Raum betroffen, kann somit im eigentlichen Sinne nicht ein einheitliches Risiko für ganze Regionen festgelegt werden. Eine Risikozonierung Nicaraguas infolge gravitativer Massenbewegungen kann daher nur als Annäherung verstanden werden, um die unterschiedlich hohe Grunddisposition gegenüber diesen verallgemeinert und in Relation zueinander darzustellen

Gravitative Massenbewegungen treten in Nicaragua meist in den Regionen der Landesmitte und dem Norden auf, wo die Lithosphäre eine starke Faltung aufweist und die Reliefenergie entsprechend am höchsten ist (WHEELOCK ROMÁN 2000). Diese sind in der Vergangenheit am häufigsten in diesen Regionen registriert worden, meistens infolge von Erdbeben oder Niederschlägen. Die Gefahr gravitativer Massenbewegungen ist in den Regionen der Landesmitte daher am höchsten. Anders verhält es sich mit der Pazifikregion Nicaraguas, wo die Gefahr des Auftretens dieser Prozesse aufgrund des flachen Küstenreliefs und der Senke hinter der vulkanischen Front eher moderat ist. Dennoch treten großflächig gravitative

Massenbewegungen immer wieder auch an den steilen Hängen der vulkanischen Front am Pazifik auf (INCER BARQUERO 2000).

6.3 Gefährdung der Region León

Innerhalb der Region León sind die Flanken der Vulkankette Cordillera de los Maribios wegen der hohen Reliefenergie und der instabilen, wenig konsolidiertem Aschen- und Sandlagen besonders anfällig. Zudem führt die massive Abholzung, zu schwerwiegenden Erosionsschäden durch Wind und Wasser (CARDENAL SEVILLA 2000), was die Grunddisposition gegenüber gravitativer Massenbewegungen erhöht. Untersuchungen ergaben, dass es bereits unzählige Ereignisse in historischer wie in jüngerer Vergangenheit an diesen Stellen gegeben hat, die bei einem einzigen Ereignis mehrere Millionen Kubikmeter Material umfassten (INETER 2000). Durch die zunehmende Abholzung steigt die Gefahr von Erdrutschungen noch weiter an.

Da die Bevölkerungsdichte in unmittelbarer Nähe der Vulkane jedoch relativ niedrig ist, sind nur wenige Ortschaften direkt gefährdet. Bei Eintritt eines Ereignisses können dennoch große Schäden entstehen und ganze Ortschaften durch eine Massenbewegung begraben werden, so wie im Jahre 1998 an der Flanke des Vulkans Casita geschehen. Der Erdrutsch begrub zwei Ortschaften unter sich und tötete mehrere Tausend Menschen.

6.4 Vorsorge vor Massenbewegungen

Eine Frühwarnung der Bevölkerung als vorbeugende Maßnahme ist im Falle gravitativer Massenbewegungen kaum durchführbar, da eine zeitliche Festlegung, wann es zu einem Ereignis kommen kann nur schwer vorherzusagen ist. Erschwerend kommt der Umstand hinzu, dass die Verortung zukünftiger Massenbewegungen oftmals nur schwer vorhersehbar ist, da in der Gegenwart scheinbar inaktive Bereiche in der Zukunft auch spontan aktiviert werden können, insbesondere dann wenn der Impuls hierfür aus einem Erdbeben hervorgeht (GLADE & STÖTTER 2008). Um eine Vorhersage im eigentlichen Sinne, mit einer zeitlichen Festlegung eines bevorstehenden Ereignisses dennoch möglichst genau treffen zu können, muss ein konstantes Monitoring in den ausgewiesenen Risikogebieten durchgeführt werden.

6.4.1 Monitoring

Gravitative Massenbewegungen können einerseits kontinuierlich, über Fernerkundungstechnologie flächenhaft, andererseits im Einzelnen über die Überwachung von Porenwasserdruck und Grundwasserstand beobachtet werden (GLADE & STÖTTER 2008).

In Nicaragua wird das Monitoring kontinuierlich von der Zentrale des INETER von Managua aus durchgeführt. Es werden vor allem Daten in der pazifischen Region innerhalb der vulkanischen Front gesammelt, da hier ein hohes Risiko durch gravitative Massenströme besteht. Besonderes Augenmerk liegt auf den Vulkanen San Cristóbal, Casita, Concepción und Mombacho, da von diesen erhöhte Gefahr infolge von Lahars ausgeht (INETER 2000). Es werden jedoch weitestgehend nur telemetrisch erfasste, meteorologische und seismische Daten erfasst und in der Zentrale evaluiert. Hierbei geht man davon aus, dass entweder extreme Niederschläge oder Erdbeben die Auslöser von gravitativen Massenbewegungen in Nicaragua sind.

Das Messnetz für gravitative Massenbewegungen setzt sich zusammen aus:

- dem meteorologischen Messnetz Nicaraguas
- eigens an den Vulkanen aufgestellten meteorologische Stationen
- dem seismischen Messnetz Nicaraguas

Weiterhin ist es geplant dieses Netz weiter auszubauen und vor allem die Dichte der Informationen zu erhöhen. Außerdem soll die Datenübertragungsgeschwindigkeit und die der Information an die Bevölkerung in Zukunft erhöht werden (INETER).

6.4.2 Schutzmaßnahmen

Es lassen sich im Zuge der Katastrophenvorsorge drei Arten der Schutzmaßnahmen von gravitativen Massenbewegungen unterscheiden (vgl. GLADE & STÖTTER 2008):

1. technische Maßnahmen

Diese werden abhängig von Lokalität und Prozesstyp angewandt. Hierzu gehören beispielsweise der Bau von Stützwerken und Auffangkonstruktionen, die Betonierung gefährdeter Hangbereiche, die Bedeckung mit Stahlnetzen, etc. Diese Maßnahmen bringen kleinräumig einen effektiven Schutz, sind jedoch durch intensive Investitionen für ein Entwicklungsland wie Nicaragua, selten das Mittel der Wahl und finden daher nur Anwendung in besonders kritischen Bereichen der Infrastruktur in den Bergregionen. Hierzu merkt WHEELOCK ROMÁN (2000: 156) an: *„Se ha sugerido que el alto costo de las soluciones técnicas a la amenaza de deslaves debe dar lugar a poner énfasis en la educación, la prevención y la planifikación.”* („bedingt durch die hohen Kosten technischer Lösungen vor gravitativen Massenbewegungen, hat man vorgeschlagen, dass diese durch ein besonderes

Augenmerk auf erzieherische Maßnahmen, Prävention und [Raum-]Planung ersetzt werden sollten.“)

2. Forstlich-biologische Maßnahmen

Ein dichter Waldbestand, als Ergebnis der Aufforstung, kann kleinere gravitative Massenbewegungen verlangsamen oder ganz zum Stillstand bringen. Ab einem bestimmten Volumen der Rutschung hingegen können diese, durch den Zusammenhalt der Wurzeln, aber auch begünstigt werden (GLADE & STÖTTER 2008). Dennoch überwiegen die Vorteile dieser Maßnahmen, die Investitions- und Unterhaltskosten sind vergleichbar zu den technischen gering und es können Gebiete großflächig geschützt werden. Daher scheint dieses eine ökonomisch- ökologisch sinnvolle Schutzmaßnahme die in Nicaragua breite Anwendung finden sollte.

Problematisch an der Aufforstung ist lediglich der bereits geschilderte Umstand, dass im Zuge sozialer Disparitäten und der Verteuerung von Mineralöl die Abholzung zur Gewinnung von Brennstoff weiter stattfinden wird. Dieses findet auch statt, obwohl der Bevölkerung bewusst ist, dass diese Maßnahmen sie schützen (CARDENAL SEVILLA 2000). Die Abwägung meist mittelloser, von der Subsistenz lebenden Landwirte für den täglichen Bedarf Brennholz gewinnen zu können oder den Waldbestand wegen der möglichen Prävention vor künftigen Hangrutschungen bestehen zu lassen, führt nahezu unweigerlich zur weiteren Abholzung. Entsprechend ist diese forstlich- biologische Schutzmaßnahme einerseits zwar sinnvoll und durchaus auch in Nicaragua durchführbar, andererseits muss das Problem der Abholzung berücksichtigt werden um einen Fortbestand solcher Schutzmaßnahmen in Nicaragua zu gewährleisten.

3. Raumplanerische Maßnahmen

Die Ausweisung von Risikogebieten soll im Zuge raumplanerischer Maßnahmen, die Exposition gegenüber diesen Naturgefahren verringern und somit zur Risiko- bzw. Schadensminimierung führen. Voraussetzung ist eine umfassende Risikokartierung wie sie in Nicaragua bereits durchgeführt worden ist (SINAPRED 2005a). Auch diese Methode der Raumplanung ist einerseits geeignet das Katastrophenrisiko in Nicaragua durch die Verringerung der Exposition gegenüber den Massenbewegungen zu reduzieren, andererseits reichen ausgesprochene Empfehlungen oder Verbote alleine nicht aus um das Risiko dauerhaft zu minimieren. Sieht man diese Maßnahme nicht als permanente, sondern als

temporäre Lösung, so kann eine Evakuierung im Bedarfsfall, beispielsweise nach Starkregenfällen in einem Risikogebiet, in der Tat dazu dienen die betroffene Bevölkerung in Nicaragua zu schützen.

7 Naturgefahren der Atmosphäre

Atmosphärische Prozesse sind weltweit die häufigsten Auslöser von Naturgefahren (DIKAU & WEICHSELGARTNER 2005). Hierbei sind insbesondere die extremen Ausprägungen, wie hohe Windgeschwindigkeiten und ungewöhnlich hohe Niederschläge für das Auftreten der Gefahren verantwortlich. Besonders gefährlich sind diese jedoch, wenn sie in Kombination auftreten, wie das bei tropischen Wirbelstürmen der Fall ist. Nicaragua unterliegt auf Grund seiner Lage einer hohen Gefährdung infolge atmosphärischer Prozesse, da es dem Einfluss tropischer Wellen und – in extremer Ausprägung – tropischen Wirbelstürmen ausgesetzt ist (WHEELOCK ROMÁN 2000). Diese werden daher im folgenden Kapitel umfassend erläutert.

7.1 Risikoentwicklung durch Klimawandel

Für eine langfristige Einschätzung der Risiken, ist es unabdingbar, den aktuellen Diskurs des Klimawandels aufzugreifen und in diesem Kontext vorweg kurz zu erläutern. Die Wichtigkeit einer erneuten Risikobeurteilung wird nicht zuletzt dadurch verdeutlicht, dass während der Erstellung der Arbeit Tropensturm Alma, als mögliche Folge eines Klimawandels eine noch nie da gewesene Zugbahn einnahm und Nicaragua direkt vom Pazifik aus anlandete (vgl. Kap. 7.4). Da die Gefahren atmosphärischer Prozesse welche Nicaraguas betreffen sich vorwiegend in tropischen Wirbelstürmen manifestieren, so werden deren Einflussfaktoren unter dem Gesichtspunkt vorgestellt, ob eine Änderung in Häufigkeit und Intensität dieser Ereignisse zu erwarten sind.

(1) Häufigkeit

Die Meeresoberflächentemperatur als zentraler Parameter für die Entstehung tropischer Tiefdrucksysteme folgt im Bereich des Nordatlantiks einer niederfrequenten Schwankung, der so genannten *Atlantic Multidecadal Oscillation* (AMO). Ungeachtet der globalen Erwärmung befindet sich diese seit Mitte der 1990er Jahre in einem Peak, der aller Voraussicht nach in den kommenden Jahren bis Jahrzehnten wieder auslaufen dürfte (JACOBEIT 2008; MÜNCHENER RÜCK 2005). Zwischen den Minimal- und Maximalwerten der AMO und der Hurrikanhäufigkeit auf dem Atlantik fällt eine Übereinstimmung auf, aus diesem Grunde scheint die Zunahme in der Häufigkeit atlantischer Wirbelstürme seit den 1990er Jahren lediglich ein Ausdruck dieser multidekadischen Schwankung zu sein – auch wenn die wissenschaftlichen Erkenntnisse in diesem Bereich noch recht lückenhaft sind (STERR 2007). Die zentrale Aussage dazu im letzten IPCC Bericht (2007) lautete, dass weder eine Zunahme

der Anzahl tropischer Wirbelstürme durch die globale Erwärmung zu erwarten ist, noch die Beobachtungsdaten einen signifikanten Trend in der Häufigkeit zeigen (WBGU 2006).

Die Meeresoberflächentemperatur ist jedoch nicht alleine entscheidend über die Entstehung von tropischen Wirbelstürmen, so behindert die vertikale Windscherung mit zunehmender Differenz der Windstärken in der oberen und der unteren Atmosphäre die Hurrikanbildung (JACOBEIT 2008). Die Windscherung über dem Nordatlantik steht wiederum mit El Niño Ereignissen, mit ihren ungewöhnlich warmen Meeresoberflächentemperaturen im tropischen Pazifik im Zusammenhang und wird hiervon beeinflusst. Im Jahr 2006 stellte man beispielsweise trotz ungewöhnlich hoher Temperaturen in tropischen Nordatlantik und entsprechendem Potential für die Bildung tropischer Wirbelstürme, eine ungewöhnlich geringe Hurrikantätigkeit fest (MÜNCHENER RÜCK 2006b). Als Ursache fand man heraus, dass der El Niño in diesem Jahr der reduzierten Windscherung entgegenwirkte und somit die Bildung tropischer Wirbelstürme hiermit verringerte.

Hierzu stellt JACOBEIT (2008: 145) fest: *„Auch längerfristig ist im Zuge der globalen Erwärmung nicht mit einer generellen Häufigkeitszunahme tropischer Wirbelstürme zu rechnen, da sich bei verschärften energetischen Gradienten in der höheren Atmosphäre aufgrund verstärkter latenter Energiefreisetzung in den konvektionsaktiven Regionen der niederen Breiten größere Windscherungen ergeben, die die Ausbildung geschlossener Wirbel beeinträchtigen.“*

Diesem Trend wirken selbst die in den letzten Jahrzehnten infolge deutlich gestiegener Meeresoberflächentemperaturen intensivierten El Niño und La Niña Ereignisse nicht entgegen, selbst wenn diese sich auf die Hurrikanaktivität auswirken. So waren bei dem besonders intensiven El Niño von 1990- 1994 kaum Hurrikane in Mittelamerika verzeichnet worden, die besonders intensiven La Niña Jahre 1995 und vor allem 2005 brachen hingegen sämtliche Rekorde in Hinblick auf die Intensität und Häufigkeit von Hurrikanen (ROSALES 2007). Es lässt sich lediglich feststellen, dass im Zuge wechselnder El Niño/ La Niña Ereignisse mit einer kurzfristigen Variabilität in der Häufigkeit tropischer Wirbelstürme zu rechnen ist, in La Niña Jahren, kurz nach oder kurz vor einem El Niño Ereignis die höheren Hurrikan-Vorkommen auftreten. Diese kurzfristige Variabilität in der Hurrikan-Häufigkeit, im Zusammenhang mit El Niño, kann jedoch mehr als 700 Jahre aufgrund historischer Aufzeichnungen rekonstruiert werden (CAVIEDES 2005), trotz der Intensivierung dieser

Ereignisse im Zuge gestiegener Meeresoberflächentemperaturen lässt sich dabei in der Summe dennoch kein signifikanter Trend zur Häufigkeitszunahme feststellen.

(2) Intensität

Sind die Meinungen der Experten hinsichtlich der Zunahme der *Häufigkeit* unterschiedlich, herrscht hingegen weitgehend Einigkeit darüber, dass man mit einer Zunahme der *Intensität* dieser Wirbelstürme zu rechnen hat (STERR 2007; JACOBEIT 2008; WBGU 2006; IPCC 2007). Ein Vergleich der Intensitätsverteilung von tropischen Wirbelstürmen im Gesamtzeitraum 1900- 2005 und in der aktuellen Warmphase seit 1995 verdeutlicht diese Entwicklung. Es zeigt sich, dass der Anteil schwerer Stürme in Relation zu den moderaten Stürme zugenommen, während der letzterer abgenommen hat (MÜNCHENER RÜCK 2006a). Hierzu auch JACOBEIT (2008: 145): *„[…] die Intensität tropischer Wirbelstürme, die bereits jetzt eine Umverteilung von schwächeren zu stärkeren Windgeschwindigkeitsklassen erfahren haben, dürfte weiter zunehmen, da mit langfristig ansteigenden Meeresoberflächentemperaturen auch der Energieumsatz tropischer Wirbelstürme größer werden wird, wie es für die letzten Jahrzehnte bereits beobachtet werden konnte.“*

Durch Messdaten gut zu belegen ist hierbei, dass:

- Die Meerestemperaturen in den Tropen in den für die Bildung tropischer Stürme relevanten Monaten sowohl im Atlantik als auch im Pazifik zugenommen haben und auf dem höchsten Stand seit Beginn der Messreihen sind.
- Wärmere Meeresoberflächentemperaturen zu stärkeren Hurrikanen mit mehr Niederschlag führen.
- Die Energie tropischer Wirbelstürme sowohl im Atlantik als auch im Pazifik auf Höchstwerte seit Beginn zuverlässiger Daten in den 1950er Jahren zugenommen hat und bei gleicher Gesamtzahl dieser, die Anzahl besonders schwerer Stürme (Kategorie 4 und 5) deutlich zugenommen hat. (WBGU 2006)

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass nur innerhalb der aktuellen Warmphase der AMO, besonders bei La Niña Ereignissen, mit vermehrter Anzahl tropischer Wirbelstürme in Nicaragua zu rechnen ist, dennoch lässt sich kein langfristiger Trend zu vermehrter Hurrikantätigkeit erkennen. Dennoch ist mit einer Erhöhung der Intensität einzelner Ereignisse zu rechnen, da sowohl eine Zunahme der Maxima wie auch der Minima der Meeresoberflächentemperaturen beobachtet und weiterhin prognostiziert werden. Somit muss

man in Nicaragua, unabhängig von der natürlichen Variabilität, in Zukunft mit zunehmender Hurrikangefährdung rechnen.

7.2 Tropische Wirbelstürme

Als ein Phänomen der tropischen und subtropischen Regionen, wirken Tropische Wirbelstürme sehr großflächig und betreffen etwa ein Drittel der Weltbevölkerung (PLATE et al. 1993). Sie entstehen üblicherweise aus bereits existierenden, organisierten Konvektions-Clustern in tropischen Regionen wo die Wassertemperaturen über 27°C liegen, daher eine Anreicherung an feucht-warmen Luftmassen und hoch reichende Konvektion stattfinden. In derartig organisierten Systemen führen divergierende Luftströmungen der oberen Troposphäre zu einem Druckabfall in den Konvektionsgebieten und somit zu einer Konvergenz der Luftmassen am Boden. Voraussetzung ist jedoch, dass eine schwache vertikale Windscherung besteht, da ansonsten keine Koppelung der unteren mit der oberen Atmosphäre als Voraussetzung für die Bildung geschlossener Wirbel stattfinden kann (NAUSS & BENDIX 2008).

Ab etwa 500 Kilometern Entfernung vom Äquator werden konvergierende Luftmassen eines tropischen Sturms durch die Corioliskraft abgelenkt und strömenden rotierend in das Zentrum des Wirbelsystems ein. Auf ihrem Weg zum Tiefdruckzentrum nehmen diese sowohl latente Energie, als auch fühlbare Wärme von der Meeresoberfläche auf und transportieren sie bei Aufstieg im Konvektionszentrum von der unteren in die obere Troposphäre. Die hierbei auftretenden Windgeschwindigkeiten werden angetrieben vom Temperatur- und Druckunterschied zwischen den umgebenden Luftmassen des Sturms und seinem warmen Zentrum (MÜNCHENER RÜCK 2006a), diese Systeme werden daher auch als Wärmekraftmaschinen bezeichnet (RIEHL 1948 nach NAUSS & BENDIX 2008).

Bestehen diese Bedingungen fort, so spricht man in diesem Stadium von einer *tropischen Depression*, ab einer Windgeschwindigkeit von 65km/h von einem *tropischen Sturm*. Steigt die Windgeschwindigkeit in so einem Tiefdrucksystem auf über 118 km/h an, wird dieses als *tropischer Wirbelsturm* bzw. *Hurrikan* bezeichnet, bei höheren Geschwindigkeiten teilt man diese Systeme in Hurrikan- Kategorien. Für tropische Wirbelstürme ist die fünfstufige Klassifikation nach SAFFIR-SIMPSON die gängigste Methode (vgl. Tab. 7) welche anhand des maximalen Mittelwindes die Sturmintensität bestimmt. Bis in die 1990er Jahre war die

Einstufung nach dem Kerndruck üblich, in der Gegenwart werden jedoch allein die Windgeschwindigkeiten für die Klassifikation herangezogen.

Saffir- Simpson- Hurrikan- Skala				
m/ s	km/ h	mph	Knoten	Kategorie
32,7 – 42,6	118 – 153	73 – 95	64 – 82	1
42,7 – 49,5	154 – 177	96 – 110	83 – 96	2
49,6 – 58,5	178 – 209	111 – 130	97 – 113	3
58,6 – 69,4	210 – 249	131 – 155	114 – 134	4
> 69,5	> 250	> 156	> 135	5

Tabelle 7: Hurrikan Skala (Quelle: MÜNCHENER RÜCK 2008; Eigene Darstellung)

Tropische Wirbelstürme treten saisonal auf und häufen sich in den Sommermonaten mit einem Frequenzmaximum zum Sommerende. Es sind außerordentlich stabile Systeme, welche von ihrer Entstehung als tropische Depression bis zur Auflösung bis zu 4 Wochen bestehen können (PIELKE & PIELKE 1997). Bei Erreichen des Festlands verringern diese Systeme aufgrund der Bodenreibung ihre Geschwindigkeit und verlieren die Energiezufuhr aus der Meeresoberfläche, somit entwickeln diese sich als Tropensturm und tropische Depression zurück und lösen sich danach vollständig auf (DIKAU & WEICHSELGARTNER 2005). Zu einer frühzeitigen Auflösung über dem Ozean kann jedoch auch die Änderung der Rahmenbedingungen wie das Erreichen kühlerem Wassers oder eine starke vertikale Windscherung führen (NAUSS & BENDIX 2008; JACOBEIT 2008).

7.3 Gefahren tropischer Wirbelstürme

Tropische Wirbelstürme gehören zu den schadenträchtigsten Sturmereignissen, da sie mit ihren teilweise extrem hohen Windgeschwindigkeiten, der Küstenüberflutung und den extremen Niederschlägen mehrere gefährliche Prozesse in sich vereinen (DIKAU & WEICHSELGARTNER 2005). Es können hierbei vier Hauptgefahren ausgemacht werden, Windlast, Niederschläge, Sturmfluten und Tornados.

7.3.1 Windlast

Die teilweise extremen Windgeschwindigkeiten innerhalb eines tropischen Wirbelsturms und die in dessen Folge auftretende Windlast bergen in sich ein sehr hohes Gefahrenpotential. Die Mittelwinde (*sustained winds*) in Hurrikanen können extrem hohe Windgeschwindigkeiten bis zu 300 km/h erreichen, die Spitzenböen (*gusts*) können diese jedoch deutlich übertreffen und somit die Gefährdung deutlich erhöhen. Im Normalfall liegt der sogenannte Böenfaktor, das Verhältnis aus Geschwindigkeit von Spitzenböen und Mittelwind, zwischen 1,2 und 1,5. In sehr rauem Gelände über Land können aber auch Spitzenwerte größer 2 erreicht werden (MÜNCHENER RÜCK 2008a). So können bei Hurrikanen der Kategorie 5, in denen Mittelwinde von mindestens 250 km/h auftreten, Spitzenböen von bis zu 340 km/h erreicht werden.

Hierbei entsteht eine hohe Gefahr, weil sich Windlast wie Schadenpotential nicht linear, sondern exponentiell zur Windgeschwindigkeit verhalten. So kann ein Hurrikan der Kategorie 4, welcher nahezu die doppelte Windgeschwindigkeit wie ein Wirbelsturm der Kategorie 1 aufweist, eine etwa neun Mal größere Windlast aufweisen. Untersuchungen auf Basis der Daten für die USA haben ergeben, dass hierdurch ein 250-mal so großer Schaden verursacht werden kann (PIELKE & LANDSEA 1998 nach NAUSS & BENDIX 2008). Hierbei entstehen viele Schäden erst als Folge der so genannten Lastwechselfälle aus den Spitzenböen, welche Materialen an Bauwerken ermüden und schließlich brechen oder einstürzen lassen.

Da sich tropische Wirbelstürme durchschnittlich mit 30 km/h bis zu 50 km/h vergleichsweise langsam fortbewegen und ihre Ausläufer sich über mehrere hundert Kilometer erstrecken können, ist die Dauer der Windeinwirkung ist ein weiterer, wesentlicher Parameter für das Zerstörungspotential. Neben der Dauer ist auch die Richtung des Windes von Bedeutung, wechselt dieser stark die Richtung – wie das beim Durchzug tropischer Wirbelstürme meistens der Fall ist - kann dieses das Schadenausmaß deutlich beeinflussen, da Bäume mit ihrem Wurzelwerk oder Bauwerke mit ihrer Lastenauslegung nicht darauf eingestellt bzw. ausgerichtet sind (MÜNCHENER RÜCK 2008a). Schäden durch die Windwirkung von tropischen Wirbelstürmen sind entlang der gesamten Zugbahn zu erwarten und sind nicht auf den Küstenbereich beschränkt (NAUSS & BENDIX 2008).

7.3.2 Niederschläge

Eine weitere Gefahr tropischer Wirbelstürme ist die der extremen Niederschläge welche einerseits aus der außerordentlich hohen Wasserdampfkonzentration, andererseits aus der

großen Ausdehnung und der langsamen Zuggeschwindigkeit dieser Systeme resultiert. Hierbei sind die Dauer und die Intensität von Bedeutung, in Extremfällen können Niederschläge vom mehr als 1000 mm in vierundzwanzig Stunden fallen, was zu entsprechenden Überschwemmungen führt. So lag Nicaragua im Oktober 1998 zum Beispiel mehr als 72 Stunden unter direktem Einfluss des Hurrikans Mitch (INETER 2000) weil dieser über mehrere Tage nahezu stationär vor dessen Nord- Ost- Küste verweilte. Dieses führte zu extremen Niederschlägen von nahezu 2000 mm Niederschlag in einigen Regionen, in diesem Zeitraum fielen beispielsweise in der an León angrenzenden Region Chinandega, 1984 mm Niederschlag (WHEELOCK ROMÁN 2000). Hierbei entstanden großflächige Überflutungen und durch die stark gestiegenen Flusspegel auch infrastrukturelle Schäden infolge eingestürzter Brücken und unterspülten Straßen (INETER 2000). Aus tropischen Wirbelstürmen hervorgehende, extreme Niederschläge beschränken sich nicht auf den unmittelbaren Küstenbereich, sondern erstrecken sich bis weit in das Landesinnere. Besonders hohe Niederschläge sind jedoch im Bereich von Küstengebirgen zu erwarten, da es an denen zu erzwungenen Hebungsvorgängen der anströmenden Luftmassen kommt (NAUSS & BENDIX 2008).

7.3.3 Flutwellen

Tropische Wirbelstürme bauen großräumige Luftdruck-Windfelder auf, welche große Wassermassen als Flutwelle (*storm surge*) vor sich her schieben. Hieraus entsteht bei Erreichen der Küste, bedingt durch ansteigende Wassermassen insbesondere im Starkwindsektor (auf der Nordhemisphäre auf der rechten Seite des Wirbelsturms), eine Sturmflut. Diese kann, je nach Beschaffenheit der Küste, des Untergrunds und des Windstaus mehrere Meter Höhe erreichen (DIKAU & WEICHSELGARTNER 2005). Die Gefährdung durch Sturmfluten konzentriert sich auf einen schmalen Küstenstreifen von wenigen Kilometern Breite direkt an der Meeresküste und an den Mündungsgebieten der Flüsse. Dennoch können bei großer Ausdehnung eines Hurrikans, extreme Schäden auftreten.

7.3.4 Tornados

Obwohl Tornados auch in großräumigen Gewitterzellen entstehen können, treten sie in Nicaragua oftmals als Begleiterscheinung tropischer Wirbelstürme auf. Hier werden sie meist etwa 75 bis 300 km vom Tiefdruckzentrum entfernt beobachtet (Nauss & Bendix 2008). Die für die Bildung der Tornados notwendige starke Windscherung wird durch die hohe Reibung erst über Land verursacht. Die bodennahen Luftschichten werden hierbei stärker als die

darüber liegenden abgebremst, wodurch sich vor allem im Sektor der höchsten Windgeschwindigkeiten eine starke vertikale Windscherung als Voraussetzung der Tornadobildung entwickelt. Die Gefährdung durch Tornados resultiert aus der Windlast (vgl. Punkt 1) sowie der sogartigen Wirkung plötzlicher Druckschwankungen. Hierbei können lose Gegenstände bis zu teilweise tonnenschweren Fahrzeugen oder ganzen Gebäuden in Leichtbauweise in die Luft gehoben und somit zu gefährlichen Geschossen werden.

7.4 Hurrikangefahr in Nicaragua

Die südliche Grenze tropischer Wirbelstürme welche über dem tropischen Nordatlantik entstehen, wird in der Karibik bei fünfzehn Grad nördlicher Breite festgelegt (WHEELOCK ROMÁN 2000). Über dem tropischen Pazifik entstehen diese meist im Bereich zehn Grad nördlicher Breite vor der Küste Mexikos und ziehen auf das offene Meer hinaus, Nicaragua liegt somit nur am Rande der typischen Zugbahnen dieser Systeme (INCER BARQUERO 2000).

Im tropischen Atlantik, dem Entstehungsgebiet der meisten Stürme welche Nicaragua heimsuchen, bewegen diese sich auf ihrer äquatorialen Bahn westwärts über dem Atlantik fort, queren die karibischen Inseln und drehen meist nord- ostwärts über die Karibik ab. Daher gleicht ihre typische Zugbahn einer nach Osten offenen Parabel. Etwas seltener können diese Systeme jedoch, je nach vorherrschenden atmosphärischen Bedingungen, ihren Kurs beibehalten und die Länder an der westlichen Karibik treffen, hierbei den schmalen Isthmus Mittelamerikas mitunter überqueren und somit den Ostpazifik erreichen (CAVIEDES 2005). Schlagen atlantische Wirbelstürme diese Zugbahn ein, so kann Nicaragua durch tropische Stürme oder Hurrikane direkt oder zumindest durch ihre Ausläufer getroffen werden, obwohl das Staatsgebiet südlich der typischen parabelförmigen Zugbahnen liegt.

Die Saison tropischer Stürme erstreckt sich in Nicaragua von Juni bis Dezember, mitunter treten diese jedoch auch schon vor dem offiziellen Saisonbeginn im Mai auf. Die statistische Verteilung bisheriger Stürme in Nicaragua zeigt in den Monaten September (30%) und Oktober (25%) die höchste Wahrscheinlichkeit, im August (5%) und im Mai (7,5%) die niedrigste (INETER 2000). Betrachtet man den Zeitraum von 1892 – 1998 so wurden bis dahin einundvierzig tropische Zyklone verschiedener Intensität registriert, welche Nicaragua direkt getroffen haben (INETER 2000). So geschah es beispielsweise im Jahre 1988 als der Hurrikan Joan bei Bluefields in Nicaragua auf Land traf und dort beachtliche Schäden hinterließ (WHEELOCK ROMÁN 2000; CAVIEDES 2005) und ebenso bei Hurrikan Felix 2007,

welcher an der Atlantikküste Nicaraguas große Verwüstungen hinterließ. Das Land ist in seiner Geschichte aber ebenso oftmals indirekt getroffen worden (beispielsweise durch Fifi 1974, Mitch 1998), bemerkenswert ist, dass die entstandenen Schäden hierbei höher ausfielen als bei Systemen die das Land direkt getroffen hatten (INCER BARQUERO 2000).

Bisher bezog sich die Risikobeurteilung tropischer Stürme in Nicaragua fast ausschließlich auf Systeme welche aus östlicher Richtung über die Karibik eintreten, da die Stürme im Ostpazifik meist vor der Küste Mexikos entstehen und in nordwestliche Richtung auf den offenen Ozean hinaus ziehen. Da diese bisher nur selten weiter südlich entstanden sind, waren – wenn überhaupt - bisher auch nur deren Ausläufer in Nicaragua zu verspüren gewesen. INETER (2000: 13) schätzte daher die Gefährdung Nicaraguas durch tropische Stürme welche über den Pazifik entstehen bisher als äußerst gering ein: *„No obstante, es muy poco probable que éstos afecten al territorio nicaragüense, sería necesario un fuerte componente del Oeste, lo que es poco probable en esta latitud“* („Dennoch ist es äußerst unwahrscheinlich, dass diese das Staatsgebiet betreffen können, da hierfür eine starke Komponente aus Westen wehen müsste, was in diesen Breitengraden wiederum unwahrscheinlich ist“.)

Noch vor Fertigstellung der vorliegenden Arbeit, entstand im Mai 2008 jedoch der tropische Sturm Alma und traf direkt die Küste Nicaraguas vor der Stadt León (vgl. Abb. 8). Dieses war laut dem NATIONAL HURRICANE CENTER (Monthly Tropical Weather Summary. JUN 1 2008) der erste registrierte Tropensturm der jemals die Pazifikküste Nicaraguas direkt getroffen hat und der erste seit dem Jahre 1949 der die Pazifikküste Mittelamerikas trifft. INCER BARQUERO äußerte sich diesbezüglich nach dem Durchzug dieses Tropensturms gegenüber der Presse (zitiert nach ALVAREZ 31/05/2008): *“Esto quiere decir que ya la climatología se ha vuelto inpronosticable, o la alteración de la atmósfera por los cambios climáticos está produciendo sus primeras manifestaciones, que son catastróficas para países pobres como éste, que no tienen capacidad para reponerse de la magnitud de los desastres.”*(„Dieses bedeutet, dass das Klima nicht mehr vorhersagbar geworden ist, oder die Atmosphäre im Zuge des Klimawandels erste Veränderungen zeigt, welche für Länder wie diese katastrophal sein können, da dieses keine Kapazitäten hat sich von der Magnitude der Katastrophen zu erholen“.)

Ob es sich um einen statistischen Ausreißer handelt, oder ob im Zuge des Klimawandels und veränderter Windregimes diese Entwicklung fortlaufen wird, bleibt zu beobachten. In jedem Fall sollte dieses Ereignis für eine neue Risikobeurteilung für die Pazifikküste Nicaraguas mit einbezogen werden und das Risiko höher eingestuft werden.

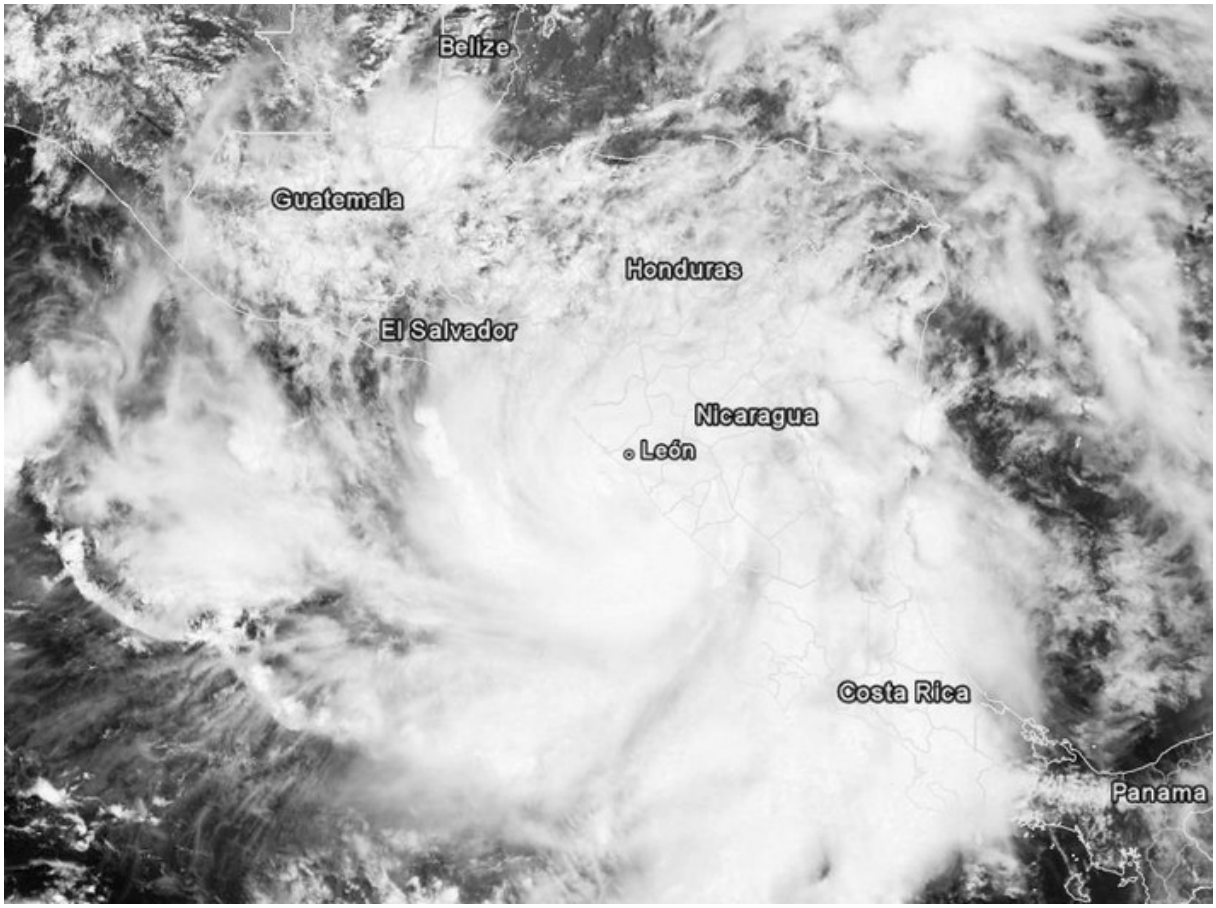


Abbildung 8: Tropensturm Alma (Quelle: NASA, Google Earth; Verändert)

7.5 Überschwemmungsgefahr in Nicaragua

Die Gebiete Nicaraguas, welche in der Vergangenheit am häufigsten großflächige Überschwemmungen erlitten haben, sind die Küstenbereiche beider Ozeane. Die Wiederkehrperiode solcher Ereignisse liegt an der Atlantikküste bei fünf Jahren, an der Pazifischen Küste – also auch der Region León – bei zehn Jahren. Obwohl die extremen Niederschläge der tropischen Wirbelstürme ein sehr hohes Überschwemmungsrisiko mit sich bringen, sind nur ca. zwanzig Prozent der Überschwemmungen in der Pazifikregion in Folge dieser Stürme aufgetreten (WHEELOCK ROMÁN 2000). Die Ursachen für die Überschwemmungen dieser Region sind vielseitiger, so kann es durch häufige und lang anhaltende Niederschläge der durchziehenden tropischen Tiefdruckgebieten, tropische Stürme oder Hurrikane zu solchen kommen (diese führen insgesamt zu 75% der Überschwemmungen

der Region), ebenso können im Küstenbereich aber auch Sturmfluten oder Tsunamis zu großflächigen Überschwemmungen führen. Innerhalb der Region sind León und Corinto mit einer statistischen Wiederkehrperiode schwerer Überschwemmungen alle vier Jahre (WHEELOCK ROMÁN 2000) einem hohen Risiko ausgesetzt. Insgesamt wird die Region León wegen des flachen Reliefs, der Gefahr durch Überschwemmung aus mehreren Flüssen und der Lage an der Küste auf die zweithöchste Risikokategorie (9 von 10) durch INETER eingestuft (2000). Ein weiterer Grund ist, dass trotz geringerer Häufigkeit großflächiger Überschwemmungen, die Schäden infolge dieser höher als am Atlantik ausfallen, da am Pazifik deutlich höhere Bevölkerungsdichte und Wertekonzentration zu verzeichnen sind (Wheelock Román 2000).

Somit liegt, neben der direkten Wirkung der Sturmflut auf die Küstenbereiche, das größte Schadenpotential in Nicaragua infolge eines tropischen Wirbelsturms, in den Überschwemmungen welche dessen extreme Niederschläge verursachen (INETER 2000). Neben direkter Folgen extremer Niederschläge – die flächenhaften Überschwemmungen – können sekundär weitere Gefahren wie beispielsweise Erdrutsche auftreten, diese werden jedoch umfassend im Kapitel über gravitative Massenbewegungen erläutert (vgl. Kap. 6).

7.6 Vorsorgemaßnahmen

Für den Schutz vor atmosphärischen Prozesse sind sowohl bauliche als auch raumplanerische Maßnahmen möglich. Zudem können Aufklärung, Sensibilisierung und Frühwarnung der Bevölkerung wesentlich zur Gefahrenminderung infolge dieser beitragen.

Als Bauliche Maßnahmen können Häuser sturmresistenter Bauart errichtet oder zumindest Hurrikanschutzbauten in den Gemeinden aufgestellt werden in welche die Bewohner der Gemeinden Zuflucht finden können. Diese Maßnahme ist jedoch in Nicaragua schwierig durchzuführen, da es den meisten Küstenbewohnern an finanziellen Mittel fehlt. Es ist auch nicht bekannt, dass die Regierung im Zuge der Katastrophenvorsorge Hurrikanschutzbauten in den Gemeinden aufgestellt hätte. Eine weitere wichtige Maßnahme ist die Risikoanalyse mit der Anlage von Überflutungskarten für die Küstenregion. Anhand dieser können die Risikogebiete ausgewiesen und entsprechende Raumplanungen getroffen werden. Die Zurücknahme der Bebauung aus diesen Gebieten trägt durch verringerte Exposition zu einem Schutz vor Überschwemmungen bei. Es ist jedoch infolge der finanziellen Situation nicht zu

erwarten, dass die Bewohner der ländlichen Gebiete Leóns nur in sicheren Lagen siedeln, wodurch der Frühwarnung eine besondere Bedeutung zukommt.

Die Frühwarnung bei tropischen Wirbelstürmen ist international sehr weit entwickelt, die Prognose hat sich in den letzten Jahrzehnten vor allem durch Erfassung und Monitoring per Satellit wesentlich verbessert (DIKAU & WEICHSELGARTNER 2005). Dieses führt dazu, dass die potentiell betroffene Bevölkerung mehrere Tage vor Eintreffen eines tropischen Wirbelsturms vorgewarnt werden kann. Durch erhöhte Achtsamkeit in Bezug auf ein bevorstehendes Ereignis ist die Wahrscheinlichkeit einer rechtzeitigen Evakuierung somit erhöht, wodurch das Risiko einer Katastrophe deutlich reduziert wird.

Der Wetterdienst von Nicaragua und INETER arbeiten mit dem nationalen Wetterdienst der USA, welcher große Datenmengen in Form von Vorhersagekarten und schriftlichen Warnungen liefert eng zusammen und erhält somit auf direktem Wege Informationen zu tropischen Wirbelstürmen. Parallel dazu unterhält der Wetterdienst Nicaraguas ein eigenes meteorologisches Messnetz welches über das ganze Land verteilt ist und deren Daten in der Zentrale des INETER in Managua gesammelt werden. Hier werden die Daten evaluiert und im Bedarfsfall Warnungen an Zivilschutz und Bevölkerung über das Funkwarnsystem (vgl. Kap. 9.4) herausgegeben.

8 Katastrophenvorsorge in Nicaragua

8.1 Einleitung

Die mittelamerikanischen Staaten sind seit den 1980er Jahren bemüht, die Konsequenzen häufiger Naturkatastrophen durch entsprechende Vorsorgemaßnahmen zu reduzieren. Im Jahre 1998 hat Hurrikan Mitch diesen Prozess mit seinen schwerwiegenden Konsequenzen beschleunigt. Erst durch diese Katastrophe wurde eine Sensibilisierung ausgelöst, die mittlerweile alle Gesellschaftsschichten umfasst. Zugleich hat sie das Bewusstsein geschaffen, dass sich solche Katastrophen jederzeit wiederholen können, insofern keine angepassten Vorsorgemaßnahmen getroffen werden.

In Nicaragua hat sich daraufhin viel getan. Es wurden unter anderem neue Gesetze erlassen, das Katastrophenmanagement neu organisiert, neue Technologien eingeführt und Erfahrungen in der Gemeindeorientierten Katastrophenvorsorge gesammelt. Die internationale Gemeinschaft, welche mit Zentralamerika kooperiert, achtet mittlerweile mehr denn je auf Häufigkeit und Konsequenzen von Naturkatastrophen, fordert und unterstützt in der Region breit und intensiv Katastrophenvorsorgemaßnahmen (BOLLIN 2003). Hierbei setzen sich Begriffe wie Vulnerabilität, Risikomanagement, Vorsorge und Vorbereitung auf den Katastrophenfall zunehmend auch in den alltäglichen Debatten der Entscheidungsträger verschiedener Regierungen und Institutionen durch (ROCHA 2007). Gut zehn Jahre nach Mitch sollen daher im folgenden Kapitel Entwicklung des Katastrophenmanagements in Nicaragua und dabei erreichte Ziele erläutert werden.

8.2 Von der Reaktion zur Prävention: die IDNDR

Katastrophen aufgrund extremer Naturereignisse haben im letzten Jahrhundert weltweit sowohl in ihrer Anzahl als auch in ihrem Ausmaß deutlich zugenommen. Das führte dazu, dass im Jahre 1990 die Vereinten Nationen die Internationale Dekade zur Reduzierung von Naturkatastrophen (IDNDR) ausriefen. Oberstes Ziel war, die Auswirkungen durch Katastrophen weltweit, und mit besonderem Fokus auf Entwicklungsländer, zu reduzieren. Dabei sollte vor allem der Vorsorgegedanken etabliert werden (Resolution 44/236). Auf Basis der so genannten „Tokio- Deklaration“ stellte das Scientific and Technical Commitee der IDNDR im Frühjahr 1991 einen Programmentwurf auf, nach dem in der Dekade folgende Ziele erreicht werden sollten:

„Bis zum Jahr 2000 sollen alle Länder, allein oder im Rahmen von regionalen Absprachen, auf dem Weg zu einem dauerhaften Entwicklungsstand folgende Unterlagen und Einrichtungen geschaffen haben:

1. *Landesweite Abschätzung der Gefährdung durch die verschiedenen Arten natürlicher Extremereignisse (Erdbeben, Vulkanausbrüche, Hangrutschungen, tropische Wirbelstürme, Hochwasser, Sturmfluten, Tsunami, Dürre, Buschfeuer, Heuschreckenplagen):*
2. *Landesweite und lokale Pläne zur Katastrophenvorbeugung und zum Katastrophenschutz.*
3. *Globale, regionale, nationale und lokale Warnsysteme.“* (IDNDR, zitiert nach Plate et al. 1993: 3)

Die zu erreichenden Ziele der IDNDR führten zur Gründung nationaler Komitees zur Katastrophenvorsorge. Deutschland gründete beispielsweise das IDNDR-Komitee, als Pendant dazu gründete Nicaragua das *Comité Nacional del Decenio Internacional para la Prevención de Desastres* (DIRECCION DEFENSA CIVIL 1998). In den Komitees sollten die Aktivitäten und der Wissenstransfer zwischen Wissenschaft und Praxis verknüpft und die einzelnen Punkte des Programmentwurfs bearbeitet werden (GTZ 2001). Zu Beginn dominierten noch die Ingenieur- und Naturwissenschaften (Plate & Merz 1999), was zunächst zu eher naturwissenschaftlich-technischen Lösungsansätzen führte. Das erfuhr jedoch massive Kritik seitens der Sozial- und Kulturwissenschaftler, welche auf die Notwendigkeit der Verknüpfung dieser mit sozialwissenschaftlichen Ansätzen hinwiesen, wenn das Ziel der IDNDR erreicht werden sollte. Im Verlauf der Dekade setzte sich die Erkenntnis über die Notwendigkeit eines interdisziplinären Ansatzes für eine effektive Katastrophenvorsorge zunehmend durch und wurde somit durch Einbeziehung sozio- ökonomischer Faktoren in das Wirkungsgefüge von Katastrophen, Bedrohungen und Vulnerabilität ergänzt (Pohl & Geipel 2002).

8.3 Regionale Zusammenarbeit

Bereits in den 1980er Jahren hatten sich die mittelamerikanischen Staaten zusammengeschlossen und zielgerichtet nach gemeinsamen Strategien für die Reduzierung von Katastrophenschäden gesucht (DIRECCION DEFENSA CIVIL 1998). Da sie nach einem

von Bürgerkriegen geprägten Jahrzehnt ohnehin in ihrer Entwicklung weit zurücklagen und das gleichsam hohe Bedrohungspotenzial durch geologische und klimatischen Gefahren zu besonders hohen Konsequenzen bei Schadenseintritt führte, erkannte man die Notwendigkeit eines solchen Zusammenschlusses.

Vor dem Jahr 1990 konzentrierten sich dennoch sowohl die Regierungen, als auch die öffentliche Meinung Mittelamerikas fast ausschließlich auf humanitäre Hilfe als Reaktion auf Naturkatastrophen. Für diese Aufgabe waren Zivilschutz oder Militär zuständig. Die Hauptausrichtung lag hierbei noch auf Katastrophenreaktion und Wiederaufbau (ISDR 2004). Die IDNDR stärkte jedoch das Bewusstsein, dass die Reduzierung von Katastrophen der Vorsorge bedarf, was zu ersten Ansätzen der Frühwarnung und Risikokartierung im Hinblick auf die Katastrophenvorsorge führte. Während der IDNDR wurde im Juni 1992 die Konferenz für Umwelt und Entwicklung der Vereinten Nationen in Rio de Janeiro gehalten, auf der die Zusammenhänge zwischen Katastrophenvorsorge und nachhaltiger Entwicklung betont wurden und die „Agenda 21“ verabschiedet wurde (prüfen!). Diese Agenda war für die in Mittelamerika tätigen Organisationen der Entwicklungszusammenarbeit wegweisend. Gleichsam fungierten diese Verbände regierungsberatend.

Die mittelamerikanischen Staaten erkannten die Problematik dass vernichtender Katastrophen. Vor diesem Hintergrund übernahmen sie eine Vorreiterrolle bei der Entwicklung gemeinsamer Strategien für die Reduzierung von Naturkatastrophen, sowohl in konzeptioneller wie auch in praktischer Hinsicht (BOLLIN 2003).

Im Jahre 1993 wurde das zentralamerikanische Koordinationszentrum für Katastrophenvorsorge, CEPREDENAC *(Centro de Coordinación para la Prevención de Desastres Naturales de América Central)* gegründet, welches die Zusammenarbeit festigen und koordinieren sollte. Dieses Zentrum arbeitet seitdem im Auftrag der Regierungen von Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panama und koordiniert die vielfältigen Aktionen dieser Staaten im Hinblick auf gemeinsame Strategien der Reduzierung von Katastrophen (SINAPRED 2004). Die Regierungen dieser Länder werden über CEPREDENAC von einer Vielzahl nationaler wie internationaler Organisationen unterstützt (BOLLIN 2003).

Angeregt durch die IDNDR und CEPREDENAC wurde in Nicaragua das Gesetz „Ley de Defensa Civil 1976“ reformiert und als Neufassung im Nationalen System für Bevölkerungsschutz *(Sistema Nacional de Defensa Civil)* herausgegeben. Das Gesetz, welches als Folge des schweren Erdbebens in Managua (1972) unter Somoza verabschiedet worden war, hatte bis dahin ohne Reformen Bestand gehabt (ROCHA 2007). Ergänzt wurde es um Ziele wie Schadensreduzierung von Katastrophen und Verringerung der Vulnerabilität (DIRECCION DEFENSA CIVIL 1998).

8.4 Bewusstseinswandel durch Mitch

Kurz vor Ende der IDNDR traf Hurrikan Mitch Mittelamerika und riss 9.700 Menschen in den Tod. Er richtete Schäden in Milliardenhöhe an (MÜNCHENER RÜCK 2008b). Die Dimension und die lange Dauer des Hurrikans führten zu bedeutenden Schäden, die sich über ganz Mittelamerika erstreckten. Am stärksten betroffen waren Honduras und Nicaragua. Alleine Nicaragua hatte durch Hurrikan Mitch mehr als 3.000 Opfer zu beklagen, rund 40.000 Wohnhäuser wurden zerstört, in dessen Folge 150.000 Menschen obdachlos wurden (ROCHA 2007b). Die Gesamtschäden des Hurrikans beliefen sich auf 988 Mio. US-Dollar, was annähernd 45 Prozent des nationalen Bruttoinlandsproduktes des Jahres 1998 entsprach. Laut Schätzungen der Vereinten Nationen wurde die gesamte Region durch Mitch in ihrer Entwicklung um 20 Jahre zurückgeworfen. Die Kosten der Wiederaufbaumaßnahmen beliefen sich auf neun Mrd. US-Dollar (SCHÖNINGER 2006; SANDNER 1999).

In Nicaragua begannen daraufhin heftige politische Diskussionen über den Umgang mit der Katastrophe. Denn es wurde von der Regierung erkannt, dass die Schwere des Hurrikans und der niedrige Entwicklungsstand des Landes nicht die alleinigen Gründe für die besonders schwerwiegenden Folgen waren. Vielmehr resultierte der Schaden aus mangelndem Katastrophenmanagement und fehlender Vorsorge. HERNÁNDEZ PICO schreibt hierzu ein Jahr nach dem Hurrikan in seinem Fazit: *“El resultado más dramático del análisis estructural que el Mitch ha hecho de nuestros países no es la extrema pobreza de nuestras poblaciones, sino la extrema incapacidad de nuestros gobiernos.”* (Das dramatischste Ergebnis infolge der Strukturanalyse, die Mitch in unseren Ländern hinterlassen hat, ist nicht die extreme Armut unserer Gemeinden, sondern die extreme Unfähigkeit unserer Regierungen“).

Infolge des Missmanagements während der Katastrophe wurde die Regierung des damals amtierenden Präsidenten Arnoldo Alemán zum Teil für die große Zahl der Todesopfer

mitverantwortlich gemacht (SANDNER 1999). Man erkannte, dass es nur deshalb so viele Todesopfer gab, weil viele Bauern in gefährdeten Gebieten siedelten. Die Export orientierte Agrarpolitik, die ungleiche Verteilung von Grund und Boden und der Mangel an Ressourcen hatte dazu geführt, dass sich die sozial Benachteiligten an Flussläufen, Vulkanhängen und Hügeln niedergelassen hatten. Auf der Suche nach Bau- und Feuerholz hatten diese zunehmend das Land abgeholzt. Infolge der extremen Niederschläge konnten die Wassermassen nicht mehr zurückgehalten werden (SALDOMANDO 2005).

Die große Zahl der Opfer unter den sozial Benachteiligten war besonders augenfällig bei Hurrikan Mitch: , *„In Nicaragua, 80 percent of those who lost their homes during Hurricane Mitch were living at or below the poverty line even before the storm […] the vast majority of the rural population in the Mitch-savaged nations lives on and farms fragile mountainous slopes."* (ABRAMOVITZ 2001: 25). Den Grund dafür meinte man (wer?) in der Politik inklusive Präsidenten zu finden(??). In fast allen Risikogebieten war die Bevölkerung nicht über die drohende Gefahr informiert worden, obwohl den staatlichen Stellen dies durchaus bekannt war. Das für Monitoring und Warnung zuständige Nationale Institut für Territoriale Studien (INETER) hatte nicht vor dem Hurrikan gewarnt, auf direkte Anordnung des Präsidenten Alemán (ROCHA 2007). Aus Rücksicht auf internationale wirtschaftliche Verpflichtungen hatte sich dieser dagegen entschieden, den nationalen Notstand auszurufen. In den ersten Tagen nach der Katastrophe lehnte er jegliche internationale Hilfe ab (SANDNER 1999).

Als „Panikmache" tat Alemán selbst den Hilferuf der Bürgermeisterin Zeledón aus Posoltega unmittelbar nach der Katastrophe am Vulkan Casita (vgl. Kap) ab und entsandte keine sofortige Hilfe. Möglicherweise hätten durch diese Maßnahme jedoch viele Opfer gerettet werden können. Als Gegenbeispiel sah man hier Orte wie Wiwilí, wo trotz der verheerenden Schäden, die der stark gestiegene Flusspegel des Río Coco verursachte, nicht ein einziges Opfer zu beklagen hatten, was man auf die hohe Militärpräsenz und schnelle Hilfe zurückführte (ROCHA 2007).

Hurrikan Mitch offenbarte, dass die Katastrophe nicht nur dem extremen Naturereignis sondern auch auf der hohen Verwundbarkeit Nicaraguas zuzuschreiben war, welche auf der Verkettung klimatischer und ökologischer mit sozialen und politischen Faktoren und deren wechselseitiger Verstärkung beruhte (SANDNER 1999). So äußerte sich das Sekretariat des

zentralamerikanischen Integrationssystems (INCAE-SICA 1999) wenige Monate nach dem Hurrikan: *"El ciclo de los desastres es recurrente. La frecuencia de los desastres deteriora el desarrollo económico y social, el proceso de recuperación se hace sin medidas de mitigación, y así la vulnerabilidad de la región podría seguir incrementándose hasta que vuelva a ser afectada nuevamente, convirtiendo el impacto de otro fenómeno natural en un nuevo desastre. Es este ciclo del desastre el que queremos romper en Centroamérica. [...] Es hora de dar un golpe de timón y cambiar esta incorrecta trayectoria."* (Der Katastrophenzyklus ist wiederkehrend. Die Katastrophenfrequenz bremst die wirtschaftliche und soziale Entwicklung, der Wiederaufbauprozess wird ohne verlust- schmälernde Maßnahmen durchgeführt, womit die Verwundbarkeit der Region weiter zunimmt bis diese wieder betroffen wird, dieses führt beim Eintritt eines weiteren Naturereignisses unweigerlich zu einer erneute Katastrophe. Es ist dieser Katastrophenzyklus den es in Mittelamerika zu durchbrechen gilt. […] Es ist an der Zeit, das Ruder herumzureißen und diesen falschen Kurs zu korrigieren.)

Aber auch seitens der nationalen Wissenschaft wurde der Ruf nach Vorsorge laut. So fordert beispielsweise WHEELOCK ROMÁN (2000), dass die Regierung im Hinblick auf eine nachhaltige Entwicklung, einen Teil der öffentlichen Gelder in Vorsorgemaßnahmen investieren sollte. Er weist darauf hin, dass Nicaragua schon vor Mitch jährlich etwa zehn Prozent des Brutto-Inland-Produktes durch Katastrophen verlor und mahnte, dass ein deutlich geringerer Anteil an Investitionen in die Katastrophenvorsorge einen großen Beitrag zur Verringerung der Vulnerabilität leiste und somit auch die nachhaltige Entwicklung sichern würde.

Die Bevölkerung Mittelamerikas war durch die Folgen des Hurrikans über alle Gesellschaftsschichten hinweg sensibilisiert, dass sich solche Katastrophen ohne bessere Vorsorgemaßnahmen jederzeit wiederholen könnten (SCHÖNINGER 2006). Das erhöhte Risikobewusstsein der Bevölkerung und der Entscheidungsträger in Politik, Wirtschaft und Verwaltung nach diesem Ereignis ließ die Forderung nach grundlegenden Veränderungen in Gesetzgebung und Organisationsstrukturen stark werden. *"Hurricane Mitch damaged the interests of both the poor population as well as the private commercial sector. This served to create a collective view of the need for change."* (ISDR 2004).

Als Folge von Mitch riefen die zentralamerikanischen Präsidenten das Jahrfünft der Reduzierung von Anfälligkeiten und Katastrophen für die Zeit von 2000 bis 2004 aus. Effektivere Strategien des Katastrophenmanagements sollten gemeinsam entwickelt und implementiert werden sollten (BOLLIN 2005).

8.5 Mitch offenbart strukturelle Fehler in Nicaragua

Die in Nicaragua erst im März des Jahres 1998 erschienene Neufassung des Gesetzes „Ley de Defensa Civil 1976“, die das Nationale System für Zivilschutz *(Sistema Nacional de Defensa Civil)* begründete, hatte sich während der Katastrophe als unzureichend erwiesen. In dieser Fassung hatten zwar bereits Ziele wie Schadensminimierung bei Katastrophen und die Verringerung der Vulnerabilität Bestand, dennoch verfügte der Präsident über absolute Macht im System.

In dem Gesetz von 1976 war diese Machtposition in dem zentralistischen System an mehreren Passagen verankert, die sich insbesondere an zwei Stellen manifestieren. Zum einen in der Führungsstruktur: *„La máxima autoridad del Sistema Nacional de Defensa Civil es el Presidente de la República y dirige personalmente el Comité Nacional de Emergencia […] o delega en uno de sus ministros, en dependencia de la envergadura del desastre […], en estas decisiones tienen gran valor el criterio de las autoridades de las Regiones, Departamentos y Municipios más afectados.”* („Oberster Machthaber des Nationalen Systems für Bevölkerungsschutz ist der Präsident der Republik, welcher persönlich den Krisenstab leitet oder in Abhängigkeit von der Größe der Katastrophe auf einen seiner Minister delegiert […], in seiner Entscheidungsfindung sind die Einschätzungen der Amtsträger aus den betroffenen Regionen, Departments und Gemeinden von großem Wert“. (DIRECCIÓN DEFENSA CIVIL 1998: 11). Zum anderen bei den Aufgaben und Beiträgen des Krisenstabes: *„Proponer al Presidente de la República la declaración de las situaciones de desastres y/ o emergencia a nivel Nacional, Regional, Departamental o Municipal.“* („dem Präsidenten der Republik wird auf National-, Regional-, Department- oder Gemeinde- Ebene der Notfall- und/oder Katastrophenzustand vorgeschlagen“.) (DIRECCIÓN DEFENSA CIVIL 1998: 7).

Der Präsident Nicaraguas verfügte somit über die absolute Befehlsgewalt. Keine andere Amtsperson verfügte während Mitch über Entscheidungs- und Handlungsbefugnisse um den Notstand auszurufen. Die Amtsträger waren darauf beschränkt, dem Präsidenten ihre Lage vorzutragen, waren aber gänzlich auf seine Entscheidung angewiesen – von der

Gemeindeebene über die Bezirksverwaltung bis in die obersten Regierungskreise. Dieser Umstand trug, wie bereits geschildert, zu den katastrophalen Auswirkungen der Schlammlawine in Folge des Hurrikans am Vulkan Casita bei.

Das militärisch- zentralistische System zeigte sowohl strukturelle, als auch konzeptionelle Schwächen und wurde somit einer umfassenden Analyse unterzogen. Diese wurde unter anderem mit Unterstützung des Entwicklungsprogramms der Vereinten Nationen (UNDP) durchgeführt und sollte die Eignung des rechtlichen Rahmens Nicaraguas für das Katastrophenmanagement und die Integration der Gemeindeverwaltungen, des Privatsektors und der Bürger prüfen (ISDR 2004).

8.6 Das Gesetz Nr. 337

Als Ergebnis der Untersuchungen verabschiedete die nicaraguanische Regierung im März 2000 das Gesetz Nr. 337 (BOLLIN 2005). Dieses Gesetz bildete die Rahmenbedingungen für die Gründung des neuen Nationalen Systems für Katastrophenmanagement, SINAPRED *(Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres).*

Im Gesetz Nr. 337 findet der konzeptionelle Wandel von einer reaktiven zu einer vorsorgenden Konzeption Ausdruck. Naturkatastrophen werden nicht mehr als unvorhersehbare, plötzlich eintretende Ereignisse verstanden, sondern als Verkettung klimatischer und ökologischer Faktoren mit sozialen und politischen Gegebenheiten. Es versteht sich als Regelwerk, in dem die Aufgaben und Verantwortlichkeiten neu verteilt wurden (ROCHA 2007a). Es hat das Ziel, die bei verschiedenen Akteuren vorhandenen Kapazitäten und Ressourcen in jeder Phase des integrierten Katastrophenrisikomanagements zu koordinieren und drückt sich in Schlüsselworten der internationalen Kooperation wie beispielsweise Dezentralisierung, Partizipation und Vulnerabilität aus. Durch dieses Gesetz konnte somit der Wiederaufbau nach der Katastrophe mit Vorsorgeelementen verbunden werden (BOLLIN 2005).

Hinsichtlich des Katastrophenmanagements in Nicaragua kann Gesetz Nr. 337 als bemerkenswerten Fortschritt betrachtet werden. Es erfasste die Zeichen der Zeit und setzte neue Maßstäbe in Mittelamerika. Im Programm der Vereinten Nationen zur Katastrophenreduzierung heißt es hierzu: *„Early in 2000, the Nicaraguan National Legislative Assembly passed a new law creating the National System for Disaster Prevention,*

Mitigation and Attention and officially established the National Risk Reduction Plan as a primary operational instrument. The institutional concept is built upon a broad and comprehensive approach to risk reduction issues and is intended to be implemented on a decentralized basis. The strategy and the legislation are considered by some commentators to be the most advanced examples for disaster reduction in the region at the present time, drawing as they do on both the administrative authorities of the national civil defence organization as well as the more analytical and technical capabilities of the professionally-regarded Nicaraguan Institute for Territorial Studies." (ISDR 2004)

Wichtigste Neuerungen im Gesetz Nr. 337 in der Gegenüberstellung

Ley de defensa civil 1976	Ley 337
Sieht Katastrophen als nicht vorhersehbar an, ausgerichtet auf Schadensreduzierung	Auf die Reduzierung der Vulnerabilität gerichtet
Zivilbevölkerung organisieren und disziplinieren	Technisches Monitoring und Umwelterziehung
Nicaragua ist vielen Naturgefahren ausgesetzt	Katastrophen haben soziale Ursache, Schäden können hier reduziert werden
Gründet die Defensa Civil de Nicaragua (DECINIC)	Gründet das Exekutiv- Sekretariat des nationale Systems für Katastrophenmanagement (SE-SINAPRED), welches Defensa Civil zum Teil ersetzt
Defensa Civil Präsidenten und obersten Machthaber des Militärs unterstellt	SE- SINAPRED einer nationalen Kommission und Präsidenten unterstellt
Defensa Civil ist ausführende Instanz	SINAPRED ist koordinierende Instanz
Leiter Defensa Civil hat Entscheidungsbefugnis	Hat keine Entscheidungsbefugnis, nur beratende Funktion vor nationaler Kommission
Zentralistisch: Defensa Civil hat Zweigstellen	Dezentralisiert: Komitees auf verschiedenen administrativen Ebenen, können Notstand ausrufen
Zweigstellen nach Notwendigkeit	Komitees dauerhaft
NGO werden nicht explizit erwähnt	NGO „können" beratende Funktion übernehmen
Defensa Civil fordert Hilfen an und koordiniert sie	SINAPRED kontrolliert Hilfen
Schließt weitere staatliche Institutionen nicht explizit ein	Schließt 12 Institutionen der Zentralregierung und die Komitees auf verschiedenen Ebenen ein
Kann Zivilpersonen zur Hilfe im Katastrophenfall verpflichten	Freiwillige Teilnahme an lokalen Brigaden

Tabelle 8: Gegenüberstellung der Gesetze (Quelle: ROCHA 2007a; Eigene Darstellung)

Als wichtigste Neuerungen die im Gesetz 337 festgelegt wurden, sind folgende Punkte hervorzuheben: der Schwerpunkt auf Katastrophenprävention ergänzend zu Katastrophenreaktion, die Dezentralisierung von Verantwortlichkeiten auf verschiedene

Ebenen und die Einbeziehung von Bevölkerung und Nichtregierungsorganisationen (NGO) in das nationale System.

8.7 Aufgaben und Organisation des SINAPRED

Als Folge des Gesetzes Nr. 337 ist SINAPRED verantwortlich für:

- die Sicherstellung der Funktionsfähigkeit des nationalen Systems durch geeignetes Personal des Sekretariats und angegliederten Behörden
- Erstellung und Aktivierung eines nationalen Notfallplans. Hierbei sind die anzuwendenden Verfahren und Standards zu klären. Die Mitglieder des Systems sollen in den Plan eingewiesen und insbesondere in ihre jeweiligen Rollen in Katastrophenreaktion, Prävention und Begrenzung trainiert werden.
- die Errichtung eines Fonds für das Katastrophenmanagement zur Sicherung der nachhaltigen Finanzierung für Notfallmaßnahmen und Wiederaufbau.
- Einrichtung und Aufrechterhaltung einer durch geografische Informationssysteme (GIS) unterstützten Datenbank für das Katastrophenmanagement. Diese soll sowohl Informationen über Bedrohung und Vulnerabilität beinhalten, als auch solche über die Programme, Projekte und Aktionen, die für die Katastrophenvorsorge, Schadensbegrenzung und Katastrophenreaktion durchgeführt werden.
- Einrichtung und Koordination von Komitees in den Ausschüssen und in der Raumordnungsplanung zur Unterstützung der nationalen Akteure und der lokalen Regierungen in Fragen der Katastrophenvorsorge und Schadensbegrenzung. (AL-AZAR & DESANTIS 2007)

Für die Bewältigung und Koordination der dem nationalen System übertragenen Aufgaben setzt sich SINAPRED zusammen aus:

1. dem Nationalkomitee, ein politisches Gremium unter Leitung des Präsidenten der Republik, dem Vertreter aller relevanten Ministerien und Agenturen angehören.
2. dem Geschäftsführenden Sekretariat (SE- SINAPRED) als koordinierende Einheit des Nationalen Systems. Dieses ist dem Vizepräsidenten unterstellt.

3. durch staatliche Institutionen, Ministerien, Unternehmen des Privatsektors und Nichtregierungsorganisationen, von denen einige auch durch Teilnahme in Kommissionen Kernfragen wie Bildung, Naturgefahren, Infrastruktur, etc. bearbeiten.
4. den departamentalen, regionalen, kommunalen und lokalen (hier ist doppelt gemoppelt) Ausschüsse, welche die Koordinierung auf ihren jeweiligen Ebenen sicherstellen sollen.

Wird der Notfallplan aktiviert, koordiniert das militärische *Centro de Operaciones de Desastres* (CODE) die Hilfsmaßnahmen, wobei dieses durch den Zivilschutz (Defensa Civil) geleitet wird. SINAPRED wird von neun sektoralen Kommissionen unterstützt. Das sind im Einzelnen: Bildung und Information, natürliche Ressourcen, Sicherheit, Gesundheit, Umwelt, Koordinierung der humanitären Hilfe, Infrastruktur und Verkehr sowie technische Rettung.

SINAPRED bindet somit zumindest formell die für das Thema relevanten Institutionen, Organisationen und Sektoren der Gesellschaft in die Strukturen des Katastrophenmanagements ein. Die departamentalen, regionalen, kommunalen (s.o.) und lokalen Komitees - bekannt als CODEPRED / COREPRED, COMUPRED und COLOPRED - sollen die dezentralisierten Strukturen von SINAPRED bilden. Gebildet werden sie von den entsprechenden Gouverneuren, Bürgermeistern und lokalen Führern (Wortwahl) mit ihren Ministerien und Mitarbeitern, und vor allem auf der lokalen Ebene durch weitere Vertreter der Zivilgesellschaft als Mitglieder.

Den Komitees werden hierbei folgende Aufgaben übertragen (SINAPRED 2004):

- Bestimmung der spezifischen Bedürfnisse für das jeweilige Gebiet im Rahmen des nationalen Systems.
- Erstellung von Raumordnungsplänen hinsichtlich von Katastrophenvorsorge, Schadensminderung und Notfallhilfe.
- Genehmigung und Umsetzung der Maßnahmen und erforderlichen Instrumente, für die Ziele, Grundsätze und Belange des nationalen Systems in ihrem jeweiligen Gebiet.
- Einberufung als Berater von staatlichen und nichtstaatlichen Organisationen, die nicht automatische Mitglieder des Ausschusses sind.

Aufgebaut wurde die Struktur der Organisation multisektoral und interdisziplinär mit dem Ziel, die notwendigen Kompetenzen und das Fachwissen zu bündeln, das für ein effektives Katastrophenmanagement vonnöten ist.

9 Wiederaufbau mit Vorsorgeelementen

9.1 Das Projekt FEMID

Die deutsche Entwicklungszusammenarbeit hatte bereits während der IDNDR Anstrengungen unternommen, Katastrophenvorsorge in Mittelamerika als Bestandteil der Nachhaltigkeit zu integrieren. Man hatte erkannt, dass die Auswirkungen von Naturkatastrophen in diesen Ländern deutlich schwerer ausfielen als für Industriestaaten. Sehr viel mehr Menschen verloren in Entwicklungsländern ihr Leben durch extreme Naturereignisse Materielle Schäden andererseits belasteten die nationalen Haushalte und Ökonomien um ein Mehrfaches, verglichen mit Industrienationen. Zudem erholen sich Entwicklungsländern sehr viel schwerer von einer Naturkatastrophe. Es musste daher etwas unternommen werden (BOLLIN 2003).

Dabei kristallisierte sich heraus, dass Katastrophenvorsorge nicht isoliert und ausschließlich in Kooperation mit Katastrophenschutzeinrichtungen erreicht werden konnte. Wegen unterschiedlichster Ursachen des Katastrophenrisikos sowie weitläufiger Konsequenzen von Naturkatastrophen sah man in der Entwicklungszusammenarbeit, dass Katastrophenvorsorge nur als Querschnittsthema, mit einer Vielzahl von Sektoren (Gesundheit, Umwelt- und Ressourcenschutz, Energieversorgung, etc.) eine nachhaltige Wirkung entfalten konnte und diese sich hierfür auf lokale, nationale und länderübergreifende Ebene erstrecken musste.

Die zentralistischen Katastrophenschutzsysteme Mittelamerikas ließen die Wichtigkeit insbesondere der lokalen Ebene für die Katastrophenvorsorge erkennen. Die Gemeinden sollten somit den rechtlich-organisatorischen Rahmen für sektorübergreifende Arbeit darstellen. Im Auftrag des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) verfolgte die deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) seit dem Jahr 1997 mit dem Projekt FEMID *„Fortalecimiento de las Estructuras Locales en Mitigación de Desastres“* (Stärkung lokaler Strukturen für die Katastrophenminderung) den Ansatz Gemeindeorientierter Katastrophenvorsorge in Mittelamerika (BOLLIN 2003; GTZ 2001).

Im Vordergrund stand dabei der Auftrag, CEPREDENAC mit dem Ziel zu beraten, Modelle und Konzepte auf lokaler Ebene im Rahmen dezentralisierter nationaler Systeme zu entwickeln. Anhand konkreter Erfahrungen in nationalen Strukturen sollte durch

CEPREDENAC eine politisch- institutionelle Verankerung des Katastrophenrisiko-managements in Mittelamerika erreicht werden (BOLLIN 2003).

Vor diesem Hintergrund bekam das Projekt zunächst in einer ersten Phase (1997- 1999) den Auftrag, in jeweils einer Pilot-Gemeinde der sechs teilnehmenden Länder, die lokalen Strukturen für Katastrophenvorsorge probeweise zu stärken. Anschließend sollten in einer zweiten Phase (2000-2002) die Erfahrungen und das daraus entwickelte Konzept einer „Gemeindeorientierten Katastrophenvorsorge“ über nationale und regionale Entwicklungs- und Katastrophenschutzorganisationen auf andere katastrophengefährdete Gemeinden der Region übertragen werden. Durchgeführt wurde die Arbeit in enger Abstimmung nationaler Katastrophenschutzbehörden und weiteren Sektoren wie beispielsweise der Gemeinde-förderung (GTZ 2001).

Hierbei standen folgende Aktivitäten im Vordergrund:

- Bildung lokaler Katastrophenvorsorgegruppen unter Einbindung der Gemeindeverwaltung und freiwilligen Mitgliedern
- Aus- und Fortbildung der Mitglieder in Methoden der Risikoeinschätzung wie auch Maßnahmen der Vorbeugung und Vorbereitung auf den Katastrophenfall
- Verbesserung der Kommunikation und Koordination zwischen lokalen, nationalen und regionalen Akteuren der Katastrophenvorsorge

Die Auswahl der Pilot- Gemeinden basierte hierbei auf Vorschlägen unterschiedlicher, lokaler und nationaler Akteure, wobei die Initiatoren erste lokale Kontakte und Schritte bestimmten. Hierbei war insbesondere die Frage von Interesse, ob die Katastrophenvorsorge direkt von der Gemeindeverwaltung übernommen oder einer nichtstaatlichen Gruppe aus der Bevölkerung begonnen werden sollte. Für eine Verankerung der Katastrophenvorsorge in den Gemeinden wurde besonderes Augenmerk darauf gelegt, dass sich die Bevölkerung mit dem Prozess identifizierte und ihn als eigene Leistung begriff. Daher zog man es vor, wenn eine Nachfrage bezüglich der Maßnahmen seitens der Gemeinde selbst bestand (BOLLIN 2003). Hierbei sollten durch Einbindung der Verwaltung und Berücksichtigung lokaler Machtstrukturen eventuelle Widerstände lokaler Machthaber minimiert werden. In Nicaragua wurde das Projekt FEMID in der Hafenstadt Corinto als Pilot-Gemeinde durchgeführt, da hier das Risiko infolge Überschwemmungen und Tsunamis besonders hoch ist (vgl. Kap 5.2).

Noch während der ersten Phase des Projektes wurden die Pilot- Gemeinden der Bewährungsprobe durch Hurrikan Mitch ausgesetzt. Das Konzept der Frühwarnung hat sich bewährte: *"Este sistema, operado en el nivel local, mediante el uso de sistemas rudimentarios de monitoreo de amenazas, sistemas robustos de radio comunicación y sustentados por capacidades locales de organización, planificación y gestión, permitió, frente al Huracán Mitch, efectuar un proceso eficiente de evacuación temprana de población con el resultado de que ninguna vida se perdió."* (LAVELL THOMAS & ARGÜELLO RODRÍGUEZ 1999).
(„Dieses System, welches auf lokaler Ebene mit Hilfe rudimentärer Monitoring- Systeme und robuster Funksysteme, unterstützt durch lokale Organisations-, Planifikations- und Analysekapazitäten betrieben wurde, erlaubte es, vor dem Hurrikan Mitch einen effektiven Evakuierungsprozess der Bevölkerung durch Frühwarnung durchzuführen, mit dem Ergebnis, dass keine Opfer zu beklagen waren.").

Die positiven Erfahrungen während der ersten Phase des Projektes, vor und während der Katastrophe erlaubten es, gewonnene Erfahrungen und Konzepte von FEMID während der zweiten Phase auf weitere Gemeinden zu übertragen.

9.2 Implementierung von Katastrophenvorsorge in Nicaragua

Nach Hurrikan Mitch war eine Vielzahl nationaler und internationaler Hilfsorganisationen in der Phase der Nothilfe in Nicaragua beteiligt. Diese erkannten, dass Maßnahmen mit dem Ziel das Katastrophenrisiko zu reduzieren über die reine Nothilfe hinaus durchgeführt werden mussten, um die Bevölkerung künftig besser zu schützen (SLE 2006). Somit hatten auch Organisationen der Entwicklungszusammenarbeit Maßnahmen der Katastrophenvorsorge mit Maßnahmen der Gemeindeförderung, der ländlichen Entwicklung sowie Umwelt- und Ressourcenschutz verbunden.

Das erhöhte Risikobewusstsein der Bevölkerung und der Entscheidungsträger in Politik, Verwaltung und Wirtschaft nach der Katastrophe begünstigten ohnehin grundlegende Veränderungen in Gesetzgebung, Verhalten, Wissensvermittlung und Organisationsstrukturen zugunsten eines effektiveren Katastrophenmanagements. Dadurch ließen sich auch präventive Maßnahmen in die Wiederaufbauprogramme integrieren, wie das beim FEMID- Projekt in den Pilot- Gemeinden der Fall war.

In Nicaragua übernahmen beispielsweise die Deutsche Welthungerhilfe (DWHH), CARE International, OXFAM und der Arbeiter Samariter Bund (ASB), ganz oder teilweise das von der GTZ entwickelte Konzept und übertrugen es auf eine Vielzahl von Gemeinden. Die Vorgaben des *Disaster Preparedness Program* der Europäischen Kommission (DIPECHO) waren oftmals bestimmend für die Ausgestaltung dieser Projekte, da DIPECHO viele davon ko-finanziert (SLE 2006).

9.3 Gemeindeorientierte Katastrophenvorsorge in León

In der Region León waren im Rahmen der nach Mitch durchgeführten Nothilfe- und Wiederaufbauprojekte in den letzten Jahren unter anderem ASB Nicaragua und CARE International tätig. Unterstützt wurden diese Organisationen von verschiedenen nationalen Institutionen, wie SINAPRED, Defensa Civil, den entsprechenden Bürgermeistern und auch INETER. Das Konzept Gemeindeorientierter Katastrophenvorsorge, das nach Vorbild des FEMID- Projektes angewandt wurde, beinhaltete unter anderem folgende zentrale Elemente (BOLLIN 2003; 2005):

- Aufbau lokaler Organisations- und Entscheidungskapazitäten und Einbindung in das nationale System SINAPRED
- Durchführung detaillierter Risikoanalysen
- Partizipative Planung bei Maßnahmen der Katastrophenvorsorge
- Sensibilisierung der Bevölkerung sowie Aus- und Fortbildung dieser im Hinblick auf Katastrophenvorsorge und Vorbereitung auf den Katastrophenfall
- Aufbau partizipativer Frühwarnsysteme (SAT)

Allen Projekte hatten demnach eines gemeinsam: die Erstellung detaillierter Risikoanalysen in jeder gefährdeten Gemeinde unter Mitwirkung der Bevölkerung und SINAPRED/ INETER. Hierbei wurden teilnehmende Bevölkerung und lokale Entscheidungsträger für Notwendigkeiten und Möglichkeiten des Risikomanagements sensibilisiert und notwendige Organisationsstrukturen im Rahmen des SINAPRED gestärkt (Experteninterview 10). Zudem wurden lokale Brigaden und Verantwortliche für das lokale Katastrophenmanagement (COLOPRED) ausgebildet. Bei allen Maßnahmen wurde auf möglichst gute Einbindung lokaler Initiativen in das nationale System geachtet und ein stark partizipativer Ansatz angewandt. Weiterhin wurden für die Gemeinden, gemeinsam mit Bevölkerung und

Mitarbeitern der Defensa Civil, Notfallpläne erarbeitet und ein Funk- Kommunikationssystem (SAT) eingerichtet (BOLLIN 2005; SLE 2006).

9.4 Das interkommunale Frühwarnsystem in León

Es hat sich gezeigt, dass Frühwarnsysteme die Auswirkungen von Katastrophen erheblich reduzieren können, wenn diese sich auf eine funktionierende Kommunikationskette stützen, an deren Ende die Bevölkerung die Warnung effektiv umsetzt (BMZ 2004). Die positiven Erfahrungen mit Frühwarnsystemen in den FEMID- Pilotgemeinden während Hurrikan Mitch führten dazu, dass alle an den verschiedenen Katastrophenvorsorge- Projekten teilnehmenden Gemeinden der Region León mit Funksprechgeräten ausgestattet wurden.

Der ländlichen Raum Leóns ist so erschlossen worden. Das interkommunale Frühwarnsystem, *Sistema de Alerta Temprana* (SAT), das durch diverse Institutionen wie ASB- Nicaragua und CARE- International aufgestellt worden ist, soll durch Vernetzung untereinander und mit INETER über Defensa Civil die Krisenkommunikation garantieren. Somit kann die Bevölkerung in der Phase der Vorbereitung auf den Katastrophenfall vor einem bevorstehenden Ereignis gewarnt werden und rechtzeitig Maßnahmen (beispielsweise Evakuierungen) ergreifen. Zudem können in der Phase der Nothilfe Lagemeldungen abgegeben und externe Hilfe angefordert werden.

In León besitzen mittlerweile insgesamt 108 Gemeinden Funksprechsysteme (STEIDINGER & GRAW 2005). Die Geräte sind einfacher Bauart, Bedienung und Instandhaltung sind einfach. Die Stromversorgung erfolgt netzunabhängig über Solarpaneele, so funktionieren sie auch bei Stromausfall. Diese Paneele speisen tagsüber eine Batterie, die bei Nacht den erforderlichen Strom für den Betrieb sicherstellen soll.

Neben der Qualität des Funkempfangs war für die Auswahl der Standorte wichtig, wer von den Bewohnern der Gemeinde die Fähigkeit hat ein solches Gerät zu bedienen und zudem zuverlässig ist (BOLLIN 2005). Die Entscheidung darüber auf wessen Grundstück die Anlage installiert wurde, sollte das jeweilige Gemeindekomitee treffen. Erreicht werden sollte ein gemeinsames Verantwortungsgefühl für Gerät und Aufgabe. Dieses Vorgehen sollte den Verantwortlichen für Kommunikation den nötigen Rückhalt bei deren Entscheidungen geben. Um einen problemlosen Betrieb zu gewährleisten, wurden diese unter Anleitung der Defensa Civil in die Instandhaltung der Funkgeräte eingewiesen.

10 Lage in den Gemeinden

10.1 Soziökonomische Situation

Dieser Themenblock soll zur Orientierung und Einordnung der im Folgenden diskutierten Einflussgrößen dienen, da Variablen wie beispielsweise Alter, Geschlecht und Größe des jeweils befragten Haushalts unterschiedlich auf die Einstellung und Wahrnehmung des Individuums wirken können. Die Fragen dieses Themenblocks werden in den meisten Fällen während des Interviews oder sogar am Ende bearbeitet. Insbesondere bei den willkürlich Befragten soll zuerst eine Vertrauensbasis durch allgemeine Fragen geschaffen werden Anschließend wird das Forschungsvorhaben erklärt.

Das Alter der jüngsten Befragten beträgt 19, das des ältesten 85 Jahre. Durch die Befragung möglichst junger und alter Bewohner soll sichergestellt werden, dass ein repräsentativer Querschnitt durch die gesamte Bevölkerungsstruktur (mit Ausnahme von Kindern) erreicht wird. Das Durchschnittsalter bei der Befragung beträgt 44 Jahre (vgl. Anhang A).

Hinsichtlich der Berufe Befragter überwiegt eindeutig die Tätigkeit in der Landwirtschaft, was darauf zurückzuführen ist, dass die Bewohner der ländlichen Gemeinden Leóns zumeist von der Subsistenz leben und alle Familienmitglieder hierbei mithelfen. Darunter sind auch diejenigen zu zählen, die als Beruf Dorfvorsteher angeben, da die jeweilige Gemeinde ihnen Land zur Verfügung stellt. Bei der Befragung im Küstenbereich ist die Einkommensquelle entsprechend die Fischerei, hier gibt ein männlicher Befragter diesen Beruf an, eine weibliche Befragte gibt an Fisch- Verkäuferin zu sein (Interviews 4 und 30). Insgesamt überwiegt der primäre Sektor als Erwerbsquelle, mit Ausnahme eines Pfarrers und eines Lehrers.

Beim Geschlecht gibt es in der Mehrheit weibliche Interviewpartner. Dieses liegt womöglich daran, dass die Befragungen tagsüber stattfanden und die erwerbstätigen Männer nicht im Hause waren. Bei den männlichen Befragten handelt es sich meist um ältere Interviewpartner, die nicht mehr voll erwerbstätig sind.

Die Personenzahl befragter Haushalte unterliegt großen Schwankungen. Den kleinsten Haushalt bewohnt ein älteres Ehepaar, der größte beherbergt 15 Personen. Die durchschnittliche Mitgliederzahl eines Haushalts beträgt sechs Personen.

10.2 Lokale Maßnahmen der Katastrophenvorsorge

Dieser Themenkomplex beinhaltet, ob die Maßnahmen der Gemeindeorientierten Katastrophenvorsorge flächendeckend durchgeführt worden sind. Diese Evaluierung wird unterstützt durch direkte Befragung der Bewohner ländlicher Gemeinden. Im Falle bereits durchgeführter Maßnahmen soll hinterfragt werden, ob die Zielpersonen der Maßnahmen – die Gemeindemitglieder – in partizipativer Vorgehensweise daran teilgenommen haben. Weiterhin soll erhoben werden, wie deren Wissensstand über Katastrophenvorsorge und Vorbereitung auf den Katastrophenfall ist.

Als Anhaltspunkt bereits durchgeführter Katastrophenvorsorge dienen die Frühwarnsysteme (SAT), da in Gemeinden in denen solche aufgestellt sind, die Bewohner Kenntnisse über System, Frühwarnung und Katastrophenvorsorge erhalten haben. Während der Untersuchung erweist sich jedoch, dass auch in Orten ohne SAT Strukturen der Katastrophenvorsorge vorhanden sind. Dieses lässt sich darauf zurückführen, dass in den letzten Jahren eine Vielzahl von Projekten in der Region im Rahmen der Entwicklungszusammenarbeit (von ASB, GTZ, CARE, etc.) mit Fokus auf Gemeindeorientierte Katastrophenvorsorge durchgeführt worden sind.

10.2.1 Risikoanalysen, Beteiligung

Ein Großteil der aufgesuchten Gemeinden sind laut Aussage der Befragten bereits, im Rahmen Gemeindeorientierter Katastrophenvorsorge, von den entsprechenden Organisationen einer Risikoanalyse unterzogen worden. Hierbei bestätigt sich, dass die Befragten in diesem Rahmen in der Regel an den Risikoanalysen selbst teilgenommen oder zumindest von weiteren Gemeindebewohnern Kenntnis haben, die daran teil hatten. Nur ein Befragter (Interview 7) gibt an, Kenntnis über Durchführung einer Risikoanalyse in dem Ort zu haben, ohne dass Gemeindemitglieder daran teilgenommen hätten. In der Gemeinde, in der die Befragung durchgeführt wurde ist jedoch auch kein SAT vorhanden. Das lässt darauf schließen, dass hier nicht das Prinzip einer partizipativen Vorgehensweise (vgl. Kap. 9.1) verfolgt worden ist. Wie bereits dargestellt, haben jedoch auch in Gemeinden ohne SAT teilweise Risikoanalysen unter Partizipation der Einwohner stattgefunden, so dass ein SAT in der Gemeinde nur als Anhaltspunkt und nicht als eindeutiger Indikator dienen kann.

Insgesamt zeigt die Arbeit der zuständigen Institutionen und Organisationen der Entwicklungszusammenarbeit Erfolge in Bezug auf die Risikoanalyse in der Region León.

Mehrere der Befragten äußern, dass sie die durchgeführten Maßnahmen mit einem partizipativen Ansatz und die Stärkung lokaler Vorsorgestrukturen als positiv empfinden und sich dadurch sicherer fühlen (vgl. Kap 10.6 und 10.7).

10.2.2 Notfall- und Evakuierungspläne

Bei der Befragung konnte festgestellt werden, dass eine Vielzahl der Gemeinden über Notfall- und Evakuierungspläne verfügen, unabhängig davon ob ein SAT im jeweiligen Ort aufgestellt wurde oder nicht. Demnach ist davon auszugehen, dass derartige Notfallpläne schon länger existieren und nicht erst in den letzten Jahren durch die Implementierung Gemeindeorientierter Katastrophenvorsorge erstellt wurden (vgl. Kap. 9.2). Auffällig ist jedoch der Umstand, dass die Befragten in den Orten mit einem defekten SAT überproportional oft angeben, keine Kenntnis über Notfall- und Evakuierungspläne zu haben. Bei insgesamt nur sieben Antworten mit der Angabe keine Kenntnisse darüber zu haben, fallen diese in fünf Fällen auf Orte mit nicht funktionierendem SAT.

10.2.3 Selbsthilfebrigaden

In den meisten untersuchten Orten geben die Befragten an, über lokale Selbsthilfebrigaden (COLOPRED) zu verfügen. Das bestätigt, dass im Rahmen des Maßnahmenkatalogs Gemeindeorientierter Katastrophenvorsorge (vgl. Kap. 9.1) demnach auch erfolgreich Brigaden gebildet worden sind die noch Bestand haben (Experteninterview 10). Dennoch geben einige wenige an, keine Kenntnis darüber zu haben, ob es solche Gruppen in der Gemeinde gibt, und dies obwohl im Ort ein funktionsfähiges SAT steht.

Auch hierbei fällt auf, dass diese Antwort keine Kenntnisse darüber zu haben, mit nur einer Ausnahme in solchen Gemeinden gegeben wird, wo das SAT nicht funktionsfähig ist. Dieser Umstand lässt vermuten, dass in diesen Orten keine Kenntnisse oder Unterstützung Gemeindeorientierter Katastrophenvorsorge vorhanden sind (vgl. dazu Kap. 10.7). In Bezug auf die lokalen Brigaden werden in mehreren Fällen Probleme beschrieben, diese sind daher als solche nicht einsetzbar (die genannten Probleme werden unter Kap. 10.6 erläutert). Mehrfach äußern Befragte den Wunsch nach mehr Unterstützung seitens Defensa Civil.

10.2.4 Schulische Erziehung

Nur wenige Befragte geben an, dass in den Schulen über eine adäquate Katastrophenvorsorge aufgeklärt wird. Stattdessen geben viele Personen an, keine Kenntnis darüber zu haben, ob in

den Schulen Aufklärung stattfindet. Auf die daraufhin gestellte Frage, ob es nicht von Vorteil wäre, Kinder und Jugendliche in der Schule im Hinblick auf Vorsorgemaßnahmen zu sensibilisieren, gibt es große Zustimmung. Befragte merken jedoch an, dass Schulen schlecht ausgestattet und Lehrer unterbezahlt seien und es daher kaum realistisch erscheine, über den normalen Unterricht hinaus weitere Bildungsmaßnahmen anzubieten. Dieser Einwand kommt auch in mehreren Experteninterviews zur Sprache. Sie bestätigen die Probleme und bedauern, dass es kaum finanzielle Mittel gibt, die Schulen zu unterstützen. Der ASB- Nicaragua weist dagegen auf ein Projekt für das Jahr 2008 mit dem Ziel hin, in den Schulen der Region Brandschutzerziehung mit eigenem Personal durchzuführen (Experteninterview 10). Hierbei soll der Vorsorgegedanke etabliert und positive Effekte im Hinblick auf Katastrophenvorsorge erzielt werden.

10.3 Wissen, Erfahrung und Wahrnehmung

Der Grad der Wahrnehmung ist von der Fähigkeit abhängig, das Risiko einschätzen zu können und Kenntnis über die Gefahrenursache zu haben (CHAPMAN 1994; GENEEN 1995, nach HIDAJAT 2001). Um Wissen und Wahrnehmung der Betroffenen über die Naturgefahren einschätzen zu können, werden ihnen die Frage nach Ursache der Ereignisse und persönlich empfundener Bedrohung gestellt. Ziel ist es, herauszufinden, inwieweit naturwissenschaftliche Kenntnisse oder religiöse Vorstellungen zu deren Gefahren-Wahrnehmung geführt haben. Die persönliche Erfahrung spielt für die Wahrnehmung eine entscheidende Rolle (GEIPEL 1992). So prägen Einflussgrößen wie Grad der Betroffenheit bei extremen Naturereignissen, deren Häufigkeit und Dauer die Erfahrung und beeinflussen Wahrnehmung und Einstellung der Leidtragenden (HIDAJAT 2001). Erfragt werden in diesem Kontext daher persönliche Erfahrungen mit Naturkatastrophen.

10.3.1 Kenntnisse der Gefahren

Bei nahezu keinem der Befragten bestehen naturwissenschaftliche Kenntnisse über die Ursachen von Naturgefahren. Lediglich der älteste Interviewpartner (85 Jahre) besitzt Wissen darüber. Laut Aussage des Befragten beruhe dies auf eine bessere Schulbildung, wie sie in Nicaragua noch in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts üblich war. Er äußert zudem den dringenden Wunsch, dass das damalige Bildungsniveau unbedingt wieder erreicht werden sollte. Zwei weitere Befragte besitzen geringe naturwissenschaftliche Kenntnisse, die übrigen Befragten kennen keine Erklärung. Diese geben in den meisten Fällen lediglich an, die Gefahr käme „dort aus dem Meer“ oder „aus dem Vulkan“. Einige beantworten die Frage nach der

Ursache mit einer Beschreibung der Ereignisse, der Geräusche und den visuellen Erscheinungen. Andere bedienen sich mythischer und fatalistischer Erklärungsmuster und merken an, dass die Natur einfach da sei und selbst entscheide, wann und in welchem Umfang es zu einem Ereignis komme. Zwei der Befragten geben an es sei der Wille Gottes.

10.3.2 Erfahrung

Anhand der allgemeinen Gefährdung der Region León und der Kenntnisse über mehrere extreme Naturereignisse vergangener Dekaden war zu erwarten, dass die meisten Befragten bereits mit solchen konfrontiert wurden. Alle Befragten geben ausnahmslos an, eine oder mehrere Naturkatastrophen erlebt zu haben. Hierzu mögen die Erinnerungen an Hurrikan Mitch beigetragen haben, welcher neun Jahre zuvor in der Region schwere Schäden anrichtete. In etlichen Fällen haben die Befragten gleich mehrere Ereignisse erfahren. Diese reichen von der Beschreibung kleinerer und mittlerer Erdbeben, mehrere Ausbruchsphasen des Cerro Negro mit dem Tsunami von 1992, sowie unterschiedlich empfundene Auswirkungen des Hurrikans Mitch im Jahre 1998.

Die Erfahrungen und Verluste sind unterschiedlich stark. Sie reichen von leichten Schäden, beispielsweise durch Aschenfälle des Cerro Negro oder Sturmschäden durch tropische Wellen, bis zum Totalverlust von Haus und Grund. Letzteres trifft auf zwei Interviewpartnerinnen zu. In einem dieser Fälle (Interview 4) war die Befragte beim Tsunami im Jahre 1992 (vgl. Kasten 2) mit ihren Kindern von der Flutwelle überrascht und fortgespült worden. Dabei verlor sie eine Tochter und mehrere Freunde. Im anderen Fall (Interview 29) war die Befragte bei der Hangrutschung des Casita von Schlammmassen verschüttet und erst nach drei Tagen gerettet worden. Sie verlor zwei Töchter und weitere Angehörige nebst Freunden.

In beiden Fällen verließen die Befragten trotz Erfahrung und Verluste ihren Wohnort nur kurzzeitig. Ihr zerstörtes Wohnhaus haben sie an fast der gleichen Stelle wieder aufgebaut. Die Erklärungen dafür sind vielfältig (vgl. Kap. 10.4). Beide geben jedoch an, bereits einen Schicksalsschlag erlitten zu haben und halten es daher für unwahrscheinlich, von einem weiteren schweren Ereignis betroffen zu sein. Dennoch ist bei beiden eine fatalistische Einstellung festzustellen, da sie angeben, dass es „halt wohl so sein sollte“ falls es doch wieder dazu käme.

10.3.3 Wahrnehmung der Gefahren

Die häufigen Erfahrungen mit extremen Naturereignissen führen bei den Befragten zu einer ausgeprägten Wahrnehmung der Naturgefahren. Die meisten stimmen aus diesem Grunde der Frage zu, sich direkt an ihrem Wohnort bedroht zu fühlen. Hier ist es dennoch eine unterschiedliche Wahrnehmung zu erkennen, welche in mehreren Fällen auf eine Verdrängung der realen Gefährdung aus dem Bewusstsein schließen lässt.

Dieses lässt sich am folgenden Beispiel darstellen:
Eine Befragte (Interview 29), die in unmittelbarer Nähe zum äußerst aktiven Cerro Negro (vgl. Kap. 3.6.1) lebt, gibt an, sich durch den Vulkan kaum bedroht zu fühlen. Sie weist darauf hin, sie wisse, dass dieser gefährlich sei, könne sich aber dennoch nicht vorstellen, von einem erneuten Ausbruch oder vulkanischem Beben direkt betroffen sein. Ihre Wahrnehmung weicht jedoch erheblich von der Einschätzung des SINAPRED ab, wonach ihr Wohnhaus sich durchaus im Gefahrengebiet des sehr aktiven Cerro Negro befindet (SINAPRED 2005a). Eine andere Befragten, die in etwas größerer Entfernung zum Vulkan Momotombo lebt, gibt zu bedenken, „wenn der wieder ausbricht, in dem Ort kein einziges Haus mehr stehen bliebe“. Die letzte Eruptionsphase des Momotombo fand jedoch Anfang des 20. Jahrhunderts statt (vgl. Kap. 3.6.2). Obwohl beide Befragten bisher kein intensives Ausbruchsereignis erlebt haben, ist deren Wahrnehmung – unabhängig von dem realen Risiko – unterschiedlich.

Bei der Untersuchung sind, auch bei Erfahrung mit Naturgefahren, relativierende und verneinende Formen der Wahrnehmung zu beobachten. Die Erfahrung wirkt sich demnach nicht einheitlich auf die Wahrnehmung der Betroffenen aus. Zudem hat sie nicht den Effekt einer rationalen Anpassungsreaktion. Hierbei ist dennoch zu beobachten, dass oft eintretende Schadensereignisse, wie beispielsweise Überschwemmungen, eher zu einem angepassten Verhalten führen als solche, die selten oder bisher gar nicht erlebt wurden, wie etwa Vulkanausbrüche oder Erdbeben (vgl. HIDAJAT 2001).

10.4 Migrationserwägung

Ein wesentlicher Punkt der Katastrophenprävention ist die Reduzierung von Risiken. Am effektivsten ist es dabei, sich Naturgefahren durch Migration weniger zu exponieren. Hierauf folgt, aufbauend auf Fragen nach persönlicher Erfahrung und wahrgenommenem Risiko, die Frage nach Erwägung einer Abwanderung aus der gefährdeten Zone. Hierbei soll einerseits festgestellt werden, inwiefern die Befragten bereit wären, als Maßnahme der

Risikominderung in andere Gegenden zu ziehen, andererseits sollen eventuelle Hinderungsgründe aufgedeckt werden.

Die Antworten fallen unterschiedlich aus. Es kann eine Einteilung in drei Antwortkategorien vorgenommen werden. Die erste bildet ein kleiner Anteil der Befragten, der angibt, bisher kaum oder noch nie den Wunsch verspürt zu haben, wegen des persönlichen Risikoempfindens in andere Gebiete ziehen zu wollen. Die zweite bildet die Mehrheit der Befragten, die äußert, schon ein oder mehrere Male eine Migration aus diesem Grunde erwogen zu haben. Den kleinsten Teil bildet Gruppe drei, die bereits umgesiedelt ist.

Gruppe eins gibt als Grund für ein Nichtabwandern an, sie wolle weiterhin am Geburtsort, in gewohnter Umgebung und sozialer Eingebundenheit leben. Dafür werde auch das Risiko in Kauf genommen. Weiterhin hindere der Besitz sie ohnehin am Abwandern, und woanders besäßen sie ja schließlich kein Land.

Die Befragten der zweiten Gruppe äußern, dass sie nach einem extremen Naturereignis den dringenden Wunsch zum Abwandern verspürt hätten, deren finanzielle Lage es aber unmöglich gemacht habe. Nun würden die Erinnerungen allmählich verblassen, der starke Familienzusammenhalt und die vertraute Umgebung ihnen Sicherheit und Geborgenheit vermitteln und der Wunsch zum Abwandern nachließe. Zudem ist ein Gewöhnungseffekt festzustellen. So geben einige Befragte an, dass sie der Gefahr schon lange ausgesetzt seien, es aber „trotz der schlimmen Ereignisse doch immer irgendwie weiter gegangen ist“. Ausschlaggebendes Kriterium gegen eine Auswanderung ist jedoch die finanzielle Not dieser oftmals unter prekären Bedingungen lebenden, ländlichen Bevölkerung. Eine Vielzahl derjenigen die bereits ein oder mehrmals erwogen haben, in andere Gebiete abzuwandern, besitzt kein eigenes Land. Zudem werden diese Menschen oft nur in ungünstigen Lagen wie den Vulkanhängen toleriert. Da ohnehin die Landfrage in Nicaragua seit Ende des Bürgerkrieges in den 1980er Jahren nicht geklärt ist (ROCHA 2007a), besitzen viele Landwirte keine Papiere, welche sie als Eigentümer legitimieren. Für sie ist es daher unmöglich, Land zu verkaufen und an einer anderen Stelle neu zu erwerben. Daher müssten sie unabhängig vom Risikoempfinden, an ihrem angestammten Wohnort festhalten.

Im Fall von Gruppe 3, die bereits abgewandert ist, treten die oben geschilderten Probleme ebenfalls auf. Die Menschen sind nach den Schadensereignissen ausnahmslos umgesiedelt

worden, nicht zuletzt durch das große öffentliche Aufsehen dass die jeweilige Katastrophe erregte. Erst daraufhin wurde die Regierung aktiv und evakuierte die Bewohner, wie es beispielsweise bei die Hangrutschung des Casita der Fall war. Diejenigen, die 1992 vom Tsunami betroffen waren, erhielten neue Häuser mehrere Kilometer im Landesinneren. Da sie jedoch von der Fischerei leben, müssen sie nun längere Wege in Kauf nehmen. Die Konsequenz: Sie halten sich oftmals über mehrere Tage in behelfsmäßigen Hütten direkt an der Küste auf oder bleiben komplett dort und exponieren sich dem gleichen Risiko wie vor der Umsiedlung. Diesen Trend verstärkt der zunehmende Tourismus an der Küste Leóns.

Ähnlich verhält es sich bei den Betroffenen der Hangrutschung des Casita. Diesen sind nach dem Ereignis neue Häuser mit einer kleinen Parzelle Land im Tal vor dem Vulkan zugewiesen worden. Laut Aussage der Befragten seien die Parzellen jedoch deutlich zu klein um von dem Ertrag ihrer Felder die Familie ernähren zu können. Aus diesem Grund fahren viele der Männer jeden Tag bergauf, um auf ihren alten Grundstücken zu arbeiten. Einige von ihnen halten sich über mehrere Tage im Risikogebiet auf oder kehren dauerhaft an gleiche Stelle zurück. Eine Befragte (Interview 29) gibt an, keine andere Lösung gesehen zu haben als zurückzukehren. Sie wisse nicht, wovon sie sonst ihre Familie ernähren sollte. Obwohl sie bei der Katastrophe zwei Töchter verloren hatte (vgl. Kap. 10.3.2), sieht sie sich trotz ihrer Ängste gezwungen, an gleicher Stelle zu siedeln und das Risiko eines neuen Erdrutsches in Kauf zu nehmen. Allerdings lässt sie keine Zweifel darüber, dass sie sofort abwandern würde, wenn sie eine Möglichkeit hätte. Die finanzielle Not ließe ihr aber keine andere Wahl, da sie zum Überleben Land zum Bearbeiten benötigt.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Mehrheit der Befragten aus den Risikogebieten abwandern würde. Dagegen sprechen jedoch gewohnte Umgebung, soziale Eingebundenheit und vor allem finanzielle Mittellosigkeit.

10.5 Wege und Nutzung der Frühwarnung

Die Frühwarnung ist ein wesentlicher Faktor der Katastrophenvorsorge. Durch rechtzeitige Warnung der Bevölkerung in der Phase der Vorbereitung auf den Katastrophenfall, können die Folgen extremer Naturereignisse wesentlich reduziert werden. Dazu ist es notwendig, dass die Betroffenen über die vorgesehenen Kommunikationswege erreicht werden. Dieser Themenblock soll daher die Frage beantworten, ob Befragte Informationen über bevorstehende oder eingetretene Naturgefahren über das flächendeckend errichtete

Frühwarnsystem (SAT) erhalten und weitergeben. Weiterhin soll hinterfragt werden, inwiefern sie das errichtete Kommunikationsnetz als hilfreich betrachten und ob sie weitere Wege zum Informationserhalt nutzen.

Bei der Befragung sind insgesamt an 18 Standorten SAT aufgefunden worden. Die Mehrzahl der Geräte in der Region León sind von ASB Nicaragua, einige vom CARE International aufgestellt worden. Die Projekte erfolgten in Zusammenarbeit mit Defensa Civil im Zeitraum von 2005 und 2006 (Experteninterviews 1 und 10). Insgesamt 21 Befragte haben direkte Erfahrungen mit den SAT und können sich dazu äußern. Bei den weiteren Interviewpartnern wird hinterfragt, ob sie ein SAT theoretisch als hilfreich empfinden würden.

Die Kommunikation mittels SAT verläuft nach Aussage der meisten Befragten erfolgreich. Viele geben an, bereits mehrfach Informationen über Naturereignisse direkt von Defensa Civil erhalten zu haben, wobei die Kommunikation auch zwischen einzelnen Stationen zur Lagebeurteilung verläuft. Die Frage nach empfundener Hilfe wird fast ausschließlich positiv beantwortet. Diese Meinung wird von den Befragten ohne SAT in der eigenen Gemeinde geteilt. Lediglich zwei Befragte machen keine Angabe.

Die Befragten fühlen sich vor allem im Vergleich zu der Zeit vor und während Hurrikan Mitch durch die SAT besser geschützt. Mehrere Befragte äußern, dass sie vor Errichtung dieser Systeme oftmals keine Möglichkeit hatten, im Notfall Hilfe anzufordern und beispielsweise nach Mitch tagelang auf sich alleine gestellt waren. Mehrere Interviewpartner geben zudem an, dass sich durch die SAT auch im Alltag schneller Hilfe anfordern lasse. So sei schon in mehreren Fällen ein Rettungswagen aus León gerufen worden, was vorher mangels eines Telefonnetzes nicht möglich war. Auch wenn das Mobilfunknetz in der Region mittlerweile ausgebaut ist, können sich die meisten kein Telefon leisten, für sie ist daher das SAT oftmals die einzige Möglichkeit im Notfall zu kommunizieren. Das Konzept, eine Kommunikationsstruktur des ländlichen Raums in León zu schaffen, wird ausnahmslos positiv bewertet und begrüßt.

Dennoch fällt bei der Erhebung auf, dass ein Gerät nicht vorhanden, mehrere Geräte nicht einsatzbereit und andere abgeschaltet sind. Eine adäquate Frühwarnung ist daher nicht möglich. Das hat verschiedene Ursachen. (vgl. auch Kap. 10.7) Bei den nicht funktionsfähigen Geräten wird zum einen von den Befragten berichtet, dass Defensa Civil für

die Wartung zuständig ist und diese bereits mehrfach über den Zustand informiert worden sei. Dennoch sei das Gerät nicht repariert worden. Im Falle des fehlenden Gerätes wird angegeben, dass dieses seit Wochen zur Reparatur bei Defensa Civil sei. Die zwei Befragten zu den abgeschalteten Geräten geben an, dass diese mittlerweile sehr oft zu privaten Gesprächen unter Bewohnern verschiedener Gemeinden missbraucht würden und sie diese daher wegen des hohen Lärmpegels (die Geräte stehen oftmals direkt in Wohn- oder Schlafzimmer) oft ausschalten würden.

Während der Expertengespräche wird dieser Sachverhalt bei Defensa Civil (Experteninterview 1) angesprochen. Der Befragte bestätigt die Problematik, gibt jedoch an, die zuständigen Gemeindemitglieder in Handhabung und Wartung an den Geräten ausgebildet zu haben. Es sei zwar bekannt, dass einige Geräte nicht funktionsfähig sind, dieses sei aber auf vernachlässigte Wartung seitens der Gemeindemitglieder zurückzuführen. Man sei bei Defensa Civil auch unbedingt bemüht diese zu warten oder zu reparieren, es fehle jedoch an Personal und finanziellen Mittel dieses zeitnah durchführen zu können. Abgesehen von der geäußerten Problematik wird das Frühwarnsystem auch seitens Defensa Civil als wichtiges Medium für Kommunikation vor und während einer Katastrophe bewertet. Auch hier wird bestätigt, dass sich diesbezüglich der Zustand nach Hurrikan Mitch deutlich verbessert hat und die ländlichen Gemeinden Leóns erst durch diese Kommunikations- Infrastruktur an das nationale System angeknüpft sind.

In Bezug auf andere Wege des Informationserhalts geben einige Befragten an, dass sie unter anderem bei besonderen Wetterlagen gezielt Radio oder Fernsehen einschalten, um Informationen und eventuelle Warnmeldungen zu erhalten. Ausgesagt wird dieses besonders von Befragten ohne SAT in der Gemeinde.

10.6 Sicherheitsempfinden

In der Phase der Vorbereitung auf den Katastrophenfall ist eigenes Handeln der Betroffenen von Bedeutung. Selbst wenn sie rechtzeitig Warnung erhalten, kommt es in dieser Phase darauf an, ob sie eigenständig innerhalb der lokalen Vorsorgestrukturen (COLOPRED) handeln oder sich auf externe Hilfe verlassen. Anhand der ausgearbeiteten Fragen (vgl. Anhang C) soll erhoben werden, ob sich die Betroffenen in dieser Phase durch Stärkung lokaler Strukturen im Rahmen Gemeindeorientierter Katastrophenvorsorge besser vorbereitet fühlen.

Fast alle Befragten geben an, dass dieses zutrifft und die stärkere lokale Vorsorgestrukturen ihnen das Gefühl geben, besser vorbereitet zu sein und sie sich daher sicherer fühlen. Hypothetisch ist die Frage dagegen im Fall der Befragten ohne solche Strukturen in der eigenen Gemeinde, wird aber in der Annahme, sie hätten Brigaden, positiv beantwortet. Nur wenige geben an, nicht zu wissen, ob diese Strukturen ihnen tatsächlich eine Hilfe sein können. Ein Befragter (Interview 7), der außerhalb einer Ortschaft wohnt äußert: „Die im Ort haben solche Brigaden, die kommen von dort aber nicht hier her“, was er bedauere.

In einem Fall äußert die Befragte (Interview 4), dass die Brigaden keine wirkliche Hilfe seien, da sich im Falle einer Naturkatastrophe ohnehin alle gegenseitig helfen würden. Sie wisse daher nicht, was diese an zusätzlicher Hilfe bringen sollten. Als Küstenbewohnerin frage sie sich auch, inwiefern Frauen im Ernstfall Hilfe leisten sollten, da man „im Fall der Fälle“ bei einer Überschwemmung „kräftige Arme brauchen - und die hätten schließlich nur Männer“. Diese Einstellung ist auf das klassische Rollenbild zurückzuführen, in dem die Bewohner der Region oftmals denken. In diesem Fall ist mit keiner nennenswerten Unterstützung der örtlichen Brigaden zu rechnen. Die meisten der Befragten erachten die örtlichen Brigaden jedoch als sinnvoll und fühlen sich durch diese bei extremen Naturereignissen besser geschützt (vgl. Kap. 10.2.3).

Sehr hilfreich für die gesamte Bevölkerung erachten die meisten Befragten zudem die Übungen, welche Defensa Civil gelegentlich durchführt. Allerdings wird bedauert, dass diese nur selten stattfinden. Hierbei wird angemerkt, dass die Brigaden ohnehin sowohl personell, als auch materiell und finanziell schlecht ausgestattet seien. Einfache Lösungen, die sich mit geringem Aufwand umsetzen lassen, werden vorgeschlagen. Beispielsweise ließen sich durch T- Shirts als Uniform einer helfenden Gruppe vor allem neue, junge Mitglieder gewinnen. Auch eine warme Mahlzeit könnte Anreiz sein für die regelmäßige Teilnahme der Mitglieder an den Übungen. Einige der Befragten geben an, dass insbesondere durch die Landflucht aufgrund finanzieller Not eine hohe Abwanderung der zumeist jüngeren Mitglieder zu personellen Problemen führen würden.

Die Frage nach Vertrauen auf externe Hilfe im Falle einer Katastrophe beantworten fast alle Befragte zustimmend. Trotz positiver Resonanz auf die Stärkung lokaler Vorsorgestrukturen vertrauen die meisten demnach in der Phase der Nothilfe auf angemessene Maßnahmen seitens der Regierung. Nur wenige haben keine konkrete Vorstellung. Die wenigsten

vertrauen nicht auf Hilfe von außen, dieses ist jedoch meist in entlegenen Siedlungen ohne Vorsorgestrukturen der Fall.

10.7 Akzeptanz, empfundener Nutzen, Unterstützung

Das nationale System für Katastrophenmanagement (SINAPRED) setzt auf Dezentralisierung (vgl. Kap. 8.7) und baut auf aktive Teilnahme der lokalen Strukturen in den Gemeinden. Die Bearbeitung dieses Themenblocks soll daher aufzeigen, inwiefern die Befragten die durchgeführten Maßnahmen der Katastrophenvorsorge als sinnvoll betrachten. Hierdurch soll die Akzeptanz mit der Annahme hinterfragt werden, dass diese nur unterstützt werden, wenn sich die Befragten infolge des partizipativen Ansatzes dieser Maßnahmen, als sinnvollen Teil des Systems begreifen und sich daher einbringen. Dieses soll mit der Frage nach dem Sinn in Vorsorgemaßnahmen zu investieren, untermauert werden. Um ein greifbares Beispiel zu haben, werden die Interviewpartner nach der Bereitschaft von Investitionen in das SAT gefragt.

Alle Befragten bewerten Maßnahmen zur Katastrophenvorsorge (vgl. Kap. 9.3) ausnahmslos positiv. Die Antworten fallen jedoch unterschiedlich aus. Einige geben zu verstehen, dass „es sicherlich gut sei“ während andere „auf jeden Fall“ einen Sinn sehen und dankbar über jede Maßnahme sind, die zur Risikominimierung beiträgt.

11 Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit leistet einen Beitrag zur Überwindung des Forschungsdefizits in Bezug auf die Anpassungsmechanismen vor Naturgefahren. Die Fragestellung orientiert sich hierbei an der geographischen Hazardforschung und verfolgt einen anwendungsbezogenen Ansatz. Ziel der Arbeit ist es zunächst konkrete und potentielle Naturgefahren, denen Nicaragua ausgesetzt ist, näher zu erläutern. Ein besonderer Fokus lag dabei auf der Region León, da diese infolge hoher Bevölkerungsdichte und der Exposition gegenüber einer Vielzahl von Naturgefahren einem großen Katastrophenrisiko unterliegt und sich daher für die Untersuchung besonders eignete. Mit Hinblick auf das bestehende Gefahrenpotential sollte der Aufbau des nationalen Systems für Katastrophenmanagement analysiert werden, welches nach Hurrikan Mitch mit dem Ziel gegründet wurde, die aus Naturereignissen hervorgehenden Risiken durch entsprechende Vorsorge zu verringern.

Dabei wurden theoretisch mögliche Gegenmaßnahmen erfasst und anschließend dargestellt, welche Schritte seitens der zuständigen Behörden tatsächlich unternommen worden sind. Hierbei lag ein besonderer Fokus auf der lokalen Ebene Leóns, welche bereits über die ausgebaute Infrastruktur eines interkommunalen Frühwarnsystems und dem Aufbau der Gemeindeorientierten Katastrophenvorsorge verfügt wodurch sich Leon eignet um exemplarisch als Vorbild für andere Regionen fungieren.

Zudem zeigt die Arbeit, inwiefern die von der Regierung und den Organisationen der Entwicklungszusammenarbeit durchgeführten Katastrophenvorsorgemaßnahmen bei den betroffenen Menschen in den Gemeinden der Region greifen. Eventuell auftretende Probleme bei der Durchführung oder Kontrolle der implementierter Maßnahmen galt es aufzuzeigen, um daraus Handlungsempfehlungen abzuleiten.

Primär diente dazu eine grundlagenorientierte Literaturrecherche, die mit einer Befragung von Experten und Betroffenen vor Ort praktisch untermauert wurde. Ausgewählt wurde dazu die Region León, weil sie sich einerseits wegen des hohen Katastrophenrisikos, andererseits wegen der dichten Vernetzung durchgeführter Maßnahmen der Katastrophenvorsorge besonders eignete. Bei der Feldarbeit im Untersuchungsgebiet wurde die teilnehmende Beobachtung, neben den Befragungen, als Erhebungstechnik der qualitativen Sozialforschung angewandt.

Für die Befragung wurden Themenblöcke erarbeitet dessen Fragen der einzelnen Themenblöcke fortlaufend nummeriert wurden um die Antworten in drei Kategorien (ja, nein, keine Angabe) einzuteilen, wodurch die Antworten bereits während des Gesprächs klassifiziert werden konnte, was die darauf folgende Auswertung erleichtern sollte. Anhand der Fragen sollten unter anderem soziökonomische Grunddaten, Wahrnehmung und Erfahrung mit Naturgefahren, Migrationserwägung, andererseits die Akzeptanz und der empfundener Nutzen der durchgeführten Maßnahmen der Katastrophenvorsorge erhoben werden.

Die Arbeit konnte aufzeigen, dass Nicaragua einer zunehmenden Katastrophengefahr infolge extremer Naturereignisse ausgesetzt ist. Dieser Trend ist auf erhöhte Schadenspotenziale in den gefährdeten Räumen zurückzuführen. Die negative Entwicklung könnte aller Wahrscheinlichkeit nach durch einen Klimawandel künftig noch verstärkt werden.

Im Hinblick auf die Katastrophenvorsorge hat sich in Nicaragua in den letzten acht Jahren vieles verbessert: Die IDNDR und Hurrikan Mitch haben zu einer Umstrukturierung des Katastrophenschutzkonzeptes geführt, das weitgehend zu einer Implementierung der Katastrophenvorsorge im Land beigetragen hat. Erste Schritte zur Kompetenzverteilung von nationalen Institutionen an die Bezirke und Gemeinden sind hierbei im Rahmen der Dezentralisierung vollzogen worden. Dadurch arbeiten diese nun weitgehend autark in Bezug auf das Katastrophenmanagement in ihrem Gebiet und besitzen vor allem entsprechende Befugnisse, den Notstand in Eigenregie ausrufen zu können.

In den Gemeinden sind die Mitglieder in Maßnahmen der Vorbeugung und Vorbereitung auf den Katastrophenfall ausgebildet worden und haben zudem an den lokalen Risikoanalysen teilgenommen. Weiterhin ist ein interkommunales Frühwarnsystem in der Region Leóns aufgebaut worden, dessen Infrastruktur den ländlichen Raum erschlossen und somit erstmalig die Kommunikation und Koordination zwischen lokalen, nationalen und regionalen Akteuren der Katastrophenvorsorge vor und während extremer Naturereignisse ermöglicht.

Die Befragungen der Gemeindemitglieder haben ergeben, dass die von den zuständigen Behörden und Organisationen der Entwicklungszusammenarbeit durchgeführten Maßnahmen Gemeindeorientierter Katastrophenvorsorge von den Betroffenen akzeptiert und umgesetzt

werden. Sie bewerten die Maßnahmen als hilfreich und fühlen sich durch diese im Hinblick auf die Gefahr extremer Naturereignisse gestärkt.

Dennoch konnten einige Probleme aufgezeigt werden. So wurde beobachtet, dass in einigen zwar Geräte aufgestellt, aber nicht mehr funktionstüchtig waren. Grund dafür sind fehlende Wartung, Betreuung oder Kontrolle. Weder Gemeindemitglieder noch die zuständige Defensa Civil fühlen sich verantwortlich, die Gerätschaften instandzuhalten. Allerdings besitzen beide Seiten auch nicht das finanzielle Budget, die Situation aus eigener Kraft zu bessern.

Weiterhin ist festzustellen, dass viele Bewohner gefährdeter Gemeinden aufgrund des Naturrisikos den Wunsch äußern Abwandern zu wollen. Aufgrund ihrer finanziellen Not sind sie dazu jedoch nicht in der Lage. Unterstützende Maßnahmen von Seiten der Regierung fehlen gänzlich.

In Nicaragua wurden somit Maßnahmen getroffen, welche den Zweck erfüllen, die aus Naturereignissen hervorgehenden Risiken durch entsprechende Vorsorge zu verringern. Dennoch ist dieser Anpassungsprozess im Hinblick auf eine zunehmende Katastrophengefahr nicht als abgeschlossen zu betrachten: Vielmehr sollten bestehende Maßnahmen und technische Infrastruktur regelmäßig von den zuständigen Behörden überprüft und gewartet werden. Zudem sollte in die Instandhaltung der Geräte investiert und die lokalen Brigaden regelmäßiger in Maßnahmen der Katastrophenvorsorge fortgebildet werden. Im Zuge der Raumplanung reicht es nicht, Empfehlungen für Risikogebiete auszusprechen, den betroffenen Bewohnern müssen sinnvolle, tragbare Alternativen geboten werden. Nur wenn auch Wahrnehmung, Belange und Traditionen der Bevölkerung berücksichtig werden, lassen sich die künftigen aus Naturereignissen hervorgehenden Risiken dauerhaft reduzieren.

12 Glossar

Adjustments: Anpassungen und Gegenmaßnahmen welche im Rahmen der Katastrophenvorsorge getroffen werden um das Risiko künftiger Katastrophen zu reduzieren. Senken die → *Vulnerabilität*.

andesitisch: Bezeichnung für magmatische Schmelzen mit einem mit etwa 60 % SiO_2. Treten typischerweise oberhalb von Subduktionszonen auf.

arid, arides Klima: (auch trockenes Klima). Klima, in dem die jährliche Niederschlagsrate niedriger liegt als die Verdunstungskapazität. Hat eine sehr niedrige Luftfeuchtigkeit zur Folge. Man unterscheidet zwischen semi- arid (Niederschlag < Verdunstung für 6 bis 9 Monate im Jahr) und voll- arid (Niederschlag < Verdunstung für 10 bis 12 Monate im Jahr). Gegensatz zu → *humiden Klima*.

Asthenosphäre: Schale des Oberen → *Erdmantels* unmittelbar unter der Plattenbasis, enthält geringe Schmelzanteile. Meist zwischen 100- 250km Tiefe.

atmosphärische Zirkulation: (auch planetarische Zirkulation genannt) Bezeichnung für die Modellvorstellung globaler Windsysteme, welche durch ihre Wechselwirkung die Wetterdynamik der Atmosphäre bestimmen.

basaltisch: (auch *basisch*) Bezeichnung für → *Magmen* und magmatische Gesteine. Zusammensetzung des Gesteins aus etwa 45- 53% SiO_2

Breitenkreis: → *Wendekreis*

Corioliskraft: Eine durch die Erdrotation verursachte Trägheitskraft. Sie lenkt Luft- und Meeresströmungen auf der Nordhemisphäre nach rechts (im Uhrzeigersinn) auf der Südhemisphäre nach links ab. Sie wirkt in Abhängigkeit der geographischen Breite unterschiedlich stark.

Degradation: Veränderung von Ökosystemen, welche zum Verlust oder Beeinträchtigung ihrer Funktionen führt.

easterly waves: (auch tropische Wellen) Bereiche hoher Gewitteraktivität und Bewölkung, die ihren Ursprung in der → *innertropischen Konvergenzzone* vor der Westküste Afrikas haben. Diese werden dort vor allem im Nordsommer von dem → *Tropical Easterly Jet* in Bewegung gesetzt und sind für die Entstehung tropischer Wirbelstürme über dem Atlantik verantwortlich.

Eintrittswahrscheinlichkeit: neben dem Schadensausmaß eine der beiden zentralen Kategorien des Risikos. Sie bezeichnet die Wahrscheinlichkeit für das Eintreten eines Schadenereignisses.

Ekliptik: Projektion der scheinbaren Umlaufbahn der Sonne auf die Himmelskugel im Jahresverlauf. Sie definiert die Ebene, in der sowohl der Mittelpunkt der Erde als auch der Mittelpunkt der Sonne liegen. Der variable Einfallswinkel der Sonnenstrahlen aufgrund der Schiefe der Ekliptik von derzeit 23,44° bedingen die Änderung der Tageslänge und den Wechsel der Jahreszeiten in Abhängigkeit von der geographischen Breite.

El Niño, ENSO: (El Niño Southern Oscillation) Komplex gekoppeltes Zirkulationssystem von Atmosphäre und Ozean im Pazifik. Bedingt erhöhte Temperaturen im tropischen Ostpazfik mit weitreichenden klimatischen Konsequenzen für die Region.

Epizentrum: Punkt an der Erdoberfläche, der lotrecht über dem → *Herdpunkt* (Hypozentrum) liegt. Der Abstand zwischen Epizentrum und Hypozentrum ergibt die → *Herdtiefe*. Die Lage des Epizentrums kann mittels Triangulation aus der unterschiedlichen Laufzeit → *seismischer Wellen* ermittelt werden.

Erdbebenwellen: → *seismische Wellen*

Erdmantel: → *Mantel*

Erdkruste: → *Kruste*

Flachbeben, Flachherdbeben: Erdbeben, dessen → *Herdtiefe* weniger als 100km beträgt.

Graben/ Grabenbruch: (geol.) Zerrungsstruktur in der → *Erdkruste*, welche durch eine lang gestreckte Senke gekennzeichnet ist.

Herdpunkt: Punkt im Erdinneren von dem ein Erdbeben ausgeht, welches der Bruchfläche entspricht. Oberhalb des Herdpunkts (Hypozentrum) befindet sich das → *Epizentrum*. Die Lage eines Hypozentrums lässt sich anhand der Laufzeiten → *seismischer Wellen* bestimmen.

Herdtiefe: Tiefe des Epizentrums von Erdbeben. Man unterscheidet anhand der Herdtiefe zwischen → *Flachbeben*, → *Zwischenbeben* und → *Tiefbeben*.

Herdvorgang: beschreibt den Ablauf des Geschehens, das ein Erdbeben auslöst. Der Erdbebenherd befindet sich im Erdinneren und umfasst die gesamte involvierte Herdfläche, während das Hypozentrum den Startpunkt des Bruchvorganges beschreibt.

humid, humides Klima: (auch feuchtes Klima). Klima, in dem die jährliche Niederschlagsrate höher liegt als die Verdunstungskapazität. Hat eine hohe Luftfeuchtigkeit zur Folge. Man unterteilt das humide Klima in semi- humid (Niederschlag > Verdunstung für 6 bis 9 Monate im Jahr) und voll- humid (Niederschlag > Verdunstung für 10 bis 12 Monate im Jahr). Gegensatz zu → *ariden Klima*.

Hypozentrum: → *Herdpunkt*

Inundation: großflächige Überflutung infolge eines Tsunamis

Isthmus: (auch Landenge) relativ schmaler Streifen Land, der zu beiden Seiten von Wasser begrenzt ist und zwei größere Landmassen miteinander verbindet. Häufige Bezeichnung für die schmale Landmasse Mittelamerikas (span.: Istmo).

Jahresamplitude: klimatische Bezeichnung. Differenz zwischen maximaler und minimaler Temperatur in einem Jahr. Ist die Jahresamplitude höher als die → *Tagesamplitude* im Jahresgang, spricht man von einem → *Jahreszeitenklima*.

Jahreszeitenklima: Bezeichnung für ein Klima in dem die → *Jahresamplitude* größer ist als die → *Tagesamplitude*. Gegenteil vom → *Tageszeitenklima*.

Kruste: (geol.) Äußere feste Schale der Erde, als → *kontinentale* oder → *ozeanische Kruste* ausgebildet.

kontinentale Kruste: Äußere Schale der festen Erde, welche die Kontinente und die Schelfe aufbaut. Im Schnitt 35km dick. Durchschnittliche Zusammensetzung → *andesitisch* mit etwa 60 % SiO_2

Katastrophenmanagement: Bezeichnung für alle Maßnahmen die der Reduzierung von Katastrophen dienlich sind. Umfasst sowohl die Katastrophenvorsorge als auch die Nothilfe bei Katastrophen.

Katastrophenvorsorge: (auch Katastrophenrisikomanagement) Bezeichnung für eine Vielzahl von Maßnahmen die das Ziel verfolgen Katastrophenschäden zu reduzieren. Umfasst die Aktionsfelder der Risikoanalyse, der Katastrophenvorbeugung und die Vorbereitung auf den Katastrophenfall.

Lava: → *Magma*, dass bei Erreichen der Erdoberfläche abkühlt und erstarrt. Durch Druckentlastung gibt es die in ihm gelösten Gase ab, sie können während des Erstarrens auch in der Lava als Bläschen erhalten bleiben.

Lithosphäre, Lithosphärenplatte: Äußere, feste Gesteinsschale aus der die Platten aufgebaut sind. Umfasst sowohl die → *ozeanische Kruste* und die → *kontinentale Kruste* wie auch den → *lithosphärischen Mantel*. Im Durchschnitt 70- 150km dick, unter Gebirgen bis zu 200km.

lithosphärischer Mantel: Oberster, starrer Teil des Oberen → *Erdmantels*, welcher zusammen mit der → *Kruste* die Platten aufbaut.

Magma: Gesteinsschmelze bestehend aus Schmelze, gelöster Gasphase und auskristallisierten Mineralen. Bei Erreichen der Erdoberfläche wird Magma zur → *Lava*

Magmatische Front: Abruptes Einsetzen des Magmatismus oberhalb der → *Subduktionszone*.

Mantel: Schale der Erde die zwischen Erdkruste und Kern liegt. Der Mantel wird aufgeteilt in den Oberem und Unterem Mantel, die Grenzfläche zwischen den beiden liegt bei etwa 660km Tiefe.

Mercalli- Skala: auch Modifizierte Mercalli- Skala (MM-Skala) genannt. Zwölfstufige Skala welche die Intensität von Erdbebenwirkungen auf Mensch, Bauwerke und Landschaft anhand des beobachteten Geschehens während eines Erdbebens und der entstandenen Schäden daraus angibt. Sie beruht im Gegensatz zur → *Richter Skala* auf subjektiver Wahrnehmung.

Mittelozeanischer Rücken (MOR): Langgestreckte Rücken in den Ozeanen, an denen neue ozeanische → *Lithosphäre* entsteht.

Nachhaltige Entwicklung: (sustainable development) umwelt- und entwicklungspolitisches Konzept, welches auf der UN-Konferenz über Umwelt und Entwicklung 1992 in Rio de Janeiro geprägt wurde. Bezieht sich auf Konzepte die langfristig die Entwicklung sichern sollen.

Ozeanische Kruste: Äußere Schale der festen Erde welche die Ozeanböden aufbaut. Im Schnitt 6- 8km dick. Durchschnittliche Zusammensetzung → *basaltisch* mit etwa 50% SiO_2

Passate, Passatwinde: Beständig wehende, über dem Meer besonders ausgeprägte Winde der Nord- und Südhemisphäre, welche im Bereich des Äquators zusammentreffen. Sie wehen von den subtropischen Hochdruckgebieten zu den Tiefdruckgebieten der Äquatorregion und werden dabei von der → *Corioliskraft* abgelenkt. Somit wehen die Passate auf der Nordhemisphäre aus Nordost, auf der Südhemisphäre aus Südost.

Phreatisch, phreatomagmatisch: Charakterisierung von explosiven Vulkanausbrüchen, welche durch Zutritt von Wasser in die Magmakammer und die dabei entstehende hohe Gasspannung entstehen.

Richter Skala: Nach dem Seismologen Charles Richter benannte Skala in welcher aus der Amplitude der gemessenen Wellen ein relatives Maß für die Erdbebenstärke abgeleitet wird. Die *Richter Magnitude* leitet sich hierbei aus dem dekadischen Logarithmus der maximalen Amplitude ab, was bedeutet, dass ein Punkt mehr auf der Skala einen etwa zehn Mal höheren Ausschlag (Amplitude) im Seismogramm aufzeigt und eine ca. 32-fach höhere Energie im Erdbebenherd freigesetzt wird. Die Richter Skala beruht im Gegensatz zur → *Mercalli- Skala* auf Messungen.

Risikoanalyse: Methode anhand derer möglichst realitätsgetreu die → *Eintrittswahrscheinlichkeit* konkreter Schadensfälle auf der Basis von Beobachtung, Modellierung und Szenariobildung bestimmt wird. Mit Hilfe von Risikoanalysen wird versucht, die Höhe eines Risikos zu bestimmen.

Risikowahrnehmung: subjektive Risikoabschätzung, welche auf persönlichen Erfahrungen, vermittelten Informationen und intuitiven Einschätzungen beruht, welche sich im Verlauf der biologischen Evolution und des kulturellen Umfelds herausgebildet haben. Sie umfasst neben der Einschätzung der Wahrscheinlichkeit und des Schadensausmaßes auch die Reversibilität oder Verteilung schadenbringender Ereignisse.

Schadenpotential: Summe möglicher Schäden, welche durch ein Schadensereignis ausgelöst werden können.

Schichtvulkan: Vulkan bei dem sich Lagen aus → *Lava* und vulkanischen Aschen abwechseln. Hoher Vulkanaufbau mit bis zu 40° steile Flanken

Seismische Wellen: werden bei einem Erdbeben im → *Hypozentrum* durch den → *Herdvorgang* ausgelöst und breiten sich von dort radialförmig im Erdinneren aus. Man unterscheidet seismische Wellen in Raumwellen (P- und S-Wellen) und Oberflächenwellen (Love- und Rayleigh-Wellen).

Störung: (geol.) bruchhafte Verwerfung, entlang derer Gesteinsblöcke versetzt werden. Man unterscheidet zwischen Abschiebung, Aufschiebung, Überschiebung und der Seitenverschiebung.

Stratovulkan: → *Schichtvulkan*

Subduktion: Konvergente Plattengrenze in denen ozeanische oder kontinentale → *Lithosphärenplatte* in den Oberen → *Erdmantel* untertaucht. (vgl. auch → *Subduktionszone*).

Subduktionszone: Bereich der → *Erdkruste* an dem zwei → *Lithosphärenplatten* gegeneinander geschoben werden (konvergieren). Die häufigste Form ist die Konvergenz ozeanischer und kontinentaler → *Lithosphäre*, hier weicht die ozeanische infolge der höheren spezifischen Dichte nach unten aus und taucht in den → *Erdmantel* ein. Die Spannungen welche hierbei auftreten entladen sich entlang der → Wadati- Benioff- Zone in Form von Erdbeben. Das Abtauchen der Lithosphäre in den heißen Erdmantel führt zur Aufschmelzung dieser, das Aufsteigen der heißen Schmelze oberhalb der Subduktionszone wird durch die → *Magmatische Front* markiert.

Tagesamplitude: klimatische Bezeichnung. Differenz zwischen maximaler und minimaler Temperatur an einem Tag. Ist die Tagesamplitude im Jahresgang höher als die → *Jahresamplitude*, spricht man von einem → *Tageszeitenklima*.

Tageszeitenklima: Bezeichnung für ein Klima in dem die → *Tagesamplitude* größer ist als die → *Jahresamplitude*. Gegenteil vom → *Jahreszeitenklima*.

Taquezal: typische Bauart lehm- oder kalkverputzter Gebäude Mittelamerikas, welche von den Spaniern während der Kolonialperiode eingeführt worden ist. Sie findet in Nicaragua weite Verbreitung, führt jedoch wegen relativ labiler Konstruktion und durch das hohe Gewicht der Bauteile zu einem hohen Erdbebenrisiko.

Tektonik: Beanspruchung von Gesteinskörpern, ausgelöst durch die Bewegung von Gesteinsmassen. Wirkt von submikroskopischen Größenbereichen bis in den Bereich ganzer Platten (Plattentektonik)

Tiefbeben: Erdbeben, dessen → *Herdtiefe* zwischen 300km und 700km beträgt.

Tiefseerinne: tektonische Rinnen mit Wassertiefen von bis zu 11km, markiert jene Bereiche der → *Subduktionszone* in denen die subduzierende Platte in die Tiefe abtaucht.

Topographie: natürliche Erdoberfläche

Tropical Easterly Jet: schmales Starkwindband im Bereich der oberen Troposphäre bis zur Stratosphäre. Dieser bildet sich infolge globaler Ausgleichsbewegungen zwischen verschiedenen Hoch- und Tiefdruckgebieten ausgehend von der tibetischen Hochebene bis zu der → *innertropischen Konvergenzzone* und ist hier vor allem als Höhenostwind bis in den Norden Afrikas wirksam, hier setzt er vor allem im Nordsommer in der unteren Troposphäre die → *easterly waves* in Bewegung.

tropische Welle: → easterly wave

Verwerfung: → *Störung*

Vorderseitenbereich: → *front arc*

Vulkanische Front: → *Magmatische Front*

Wendekreis: (Breitenkreis) Grenzmarke der Sonnenbahn in 23,44° nördlicher und südlicher Breite an dem die Sonne den → Zenit erreicht.

Wadati- Benioff- Zone: Seismisch aktive Zone, welche von konvergierenden Plattengrenzen ausgehend schräg bis zu einer maximalen Tiefe von 700km abtaucht und eine → *Subduktionszone* nachzeichnet.

Windscherung: (wind shear) Änderung der Windgeschwindigkeit und/oder -richtung mit zunehmender Höhe. Ist die Windscherung groß genug, so führt sie meist zur Abschwächung eines tropischen Wirbelsturmes. Grund dafür ist, dass durch Scherwinde die Gewitterwolken um das Auge des Sturms, also in der Augenwand, zerstört werden und somit die Umwandlung latenter Wärmeenergie in Bewegungsenergie vermindert wird.

Zwischenbeben: Erdbeben, dessen → *Herdtiefe* zwischen 100km und 300km liegt.

13 Literatur

ABRAMOVITZ JM (2001) Unnatural Disasters. World Watch Paper 158. World Watch Institute, Washington. http://www.worldwatch.org/node/832

AL- AZAR R, M DESANTIS (2007) National Capacity Development for Emergency Food Security Assessment and Preparedness. Nicaragua Action Plan. United Nations World Food Programme, Rom
http://documents.wfp.org/stellent/groups/public/documents/ena/wfp173762.pdf

AMEND S, J COSSA, S GOTTHARDT, O HACK, B HEINE, MA KURTH (2006) Katastrophenrisikoreduzierung als Prinzip der Ländlichen Entwicklung - Ein Konzept für die Deutsche Welthungerhilfe. Schriftenreihe des Seminars für Ländliche Entwicklung, Berlin
http://www.berlinerseminar.de/bs/files/_SLE_Downloads/auslandsprojekte/2006/Nicaragua%20ebook.pdf

ARNOLD M, RS CHEN, U DEICHMANN, M DILLEY, AL LERNER-LAM, RE PULLEN, Z TROHANIS [Hrsg.] (2006) Natural Disaster Hotspots - Case Studies. Disaster risk management series (6). The World Bank, Washington
http://siteresources.worldbank.org/INTDISMGMT/Resources/0821363328.pdf?resourceurlname=0821363328.pdf

ARONSON E, TD WILSON, RM AKERT (2004) Sozialpsychologie. 4. Aufl., Übs.: Aralikatti E. Pearson Education, München, Boston (et al.)

BARDINTZEFF J-M (1999) Vulkanologie. Übs.: Lewerenz S. Enke, Stuttgart.

BENSON C, EJ CLAY (2004) Understanding the economic and financial impacts of natural disasters. Disaster risk management series (4). The World Bank, Washington

BERZ G (2002) Naturkatastrophen im 21. Jahrhundert: Befürchtungen und Handlungsoptionen der Versicherungswirtschaft. In: Geographische Rundschau 54 (1), S. 9-14

BIRKMANN J (2005) Danger need not spell disaster but how vulnerable are we? UNU Research Brief 1/2005. United Nations University, Bonn

BIRKMANN J (2007) Risk and vulnerability indicators at different scales: Applicability, usefulness and policy implications. In: Environmental Hazards 7/2007, S. 20-31

BIRKMANN J, B WISNER (2006) Measuring the Un-Measurable: The Challenge of Vulnerability. SOURCE Publication series 5/2006, UNU Institute for Environment and Human Security, Bonn

BMZ (2004) Katastrophenvorsorge- Beiträge der deutschen Entwicklungszusammenarbeit. BMZ Materialien 135. Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, Bonn

BOHLE HG (2008) Krisen, Katastrophen, Kollaps – Geographien von Verwundbarkeit in der Risikogesellschaft. In: Kulke E, H Popp (Hrsg.) Umgang mit Risiken. Katastrophen – Destabilisierung – Sicherheit. Deutsche Gesellschaft für Geographie, Bayreuth, Berlin. S. 69-82

BOLLIN C (2003) Gemeindeorientierte Katastrophenvorsorge: Erfahrungen aus Zentralamerika. Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, Eschborn http://www.gtz.de/de/dokumente/de-gemeindeorientierte-katastrophenvorsorge.pdf

BRAUN B, AZM SHOEB (2008) Naturrisiken und Sozialkatastrophen in Bangladesh – Wirbelstürme und Überschwemmungen. In: Felgentreff C, T Glade (Hrsg.) Naturrisiken und Sozialkatastrophen. Springer, Berlin, Heidelberg. S. 381- 393

CABRERA M (2002) Vivimos y sobrevivimos en un país multiduelos. In: Envío 249, Dezember 2002

CAVIEDES CN (2005) El Niño: Klima macht Geschichte. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt

CARDENAL SEVILLA L (2000) La acción humana agravando el riesgo. In: Wheelock Román J (Hrsg.), J Incer Barquero, L Cardenal Sevilla, AJ Rodriguez. Desastres naturales de Nicaragua: Guia para conocerlos y prevenirlos. Hispamer, Managua, Nicaragua. S. 171- 211

CIEETS (2006) La gestión del riesgo: Un reto para las comunidades vulnerables de Nicaragua, 2. Aufl., Centro Intereclesial de Estudios Teológicos y Sociales. Managua, Nicaragua

DIKAU R (2008) Katastrophen – Risiken – Gefahren: Herausforderungen für das 21. Jahrhundert. In: Kulke E, H Popp (Hrsg.) Umgang mit Risiken. Katastrophen – Destabilisierung – Sicherheit. Deutsche Gesellschaft für Geographie, Bayreuth, Berlin. S. 47-68

DIKAU R, J WEICHSELGARTNER (2005) Der unruhige Planet: Der Mensch und die Naturgewalten. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt

DIPECHO (2007) II Documento País: Nicaragua. European Commission Humanitarian Aid Department, Managua http://www.eird.org/esp/docsdipecho/Nicaragua.pdf

DIRECCION DEFENSA CIVIL (1998) Dossier- Sistema Nacional de Defensa Civil. Ejercito de Nicaragua, Managua

DKKV (2002) Journalisten-Handbuch zum Katastrophenmanagement. 7. Aufl., Deutsches Komitee für Katastrophenvorsorge, Bonn

DOMBROWSKY WR, J HORENCZUK, W STREITZ (2003) Erstellung eines Schutzdatenatlasses. Zivilschutzforschung, Neue Folge Band 51, Bonn

DURÁN VARGAS LR (2002) Análisis de Estado de Situación de Sistemas Nacionales y Avances de Implementación del Marco Estratégico para la Reducción de las Vulnerabilidades y el Impacto de los Desastres. Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central; Banco Interamericano de Desarrollo, San José, Costa Rica http://www.desenredando.org/public/varios/2003/aessn/aessn_oct-16-2003.pdf

EASTERLY W (2006) Wir retten die Welt zu Tode: Für ein professionelleres Management im Kampf gegen die Armut. Campus, Frankfurt, New York

EERI (1992) Tsunami hits Nicaraguan coast. In: EERI Newsletter Vol. 26/11. Earthquake Engineering Research Institute, Oakland, California

EHRENBERG F (2006) Internationale Katastrophenhilfe. Dissertation des Fachbereichs Rechtswissenschaften der Universität Osnabrück.

ELVERFELDT KV, T GLADE, R DIKAU (2008) Naturwissenschaftliche Gefahren- und Risikoanalyse. In: Felgentreff C, T Glade (Hrsg.) Naturrisiken und Sozialkatastrophen. Springer, Berlin, Heidelberg. S. 31-46

EMANUEL KA (2005) Divine Wind: The history and science of hurricanes. Oxford Univ. Press, Oxford

ENDLICHER W, F-W GERSTENGARBE [Hrsg.] (2007) Der Klimawandel: Einblicke, Rückblicke, Ausblicke. Deutsche Gesellschaft für Geographie, Potsdam- Institut für Klimafolgenforschung, Humboldt- Universität zu Berlin. Potsdam

FELGENTREFF C, T GLADE (2008) Naturrisiken und Sozialkatastrophen. Springer, Berlin, Heidelberg

FELGENTREFF C, WR DOMBROWSKY (2008) Hazard-, Risiko- und Katastrophenforschung. In: Felgentreff C, T Glade (Hrsg.) Naturrisiken und Sozialkatastrophen. Springer, Berlin, Heidelberg. S. 13- 30

FREEMAN PK, LA MARTIN, R MECHLER, K WARNER, P HAUSMANN (2002) Catastrophes and Development: Integrating Natural Catastrophes into Development Planning. Disaster Risk Management Working Paper Series (4), The World Bank, Washington

FRISCH W, M MESCHEDE (2005) Plattentektonik: Kontinentverschiebung und Gebirgsbildung. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt

FRÖMMING UU (2006) Naturkatastrophen: Kulturelle Deutung und Verarbeitung. Campus Verl., Frankfurt

GEENEN EM (2008) Katastrophenvorsorge - Katastrophenmanagement. In: Felgentreff C, T Glade (Hrsg.) Naturrisiken und Sozialkatastrophen. Springer, Berlin, Heidelberg. S. 225-239

GEIPEL R (1992) Naturrisiken: Katastrophenbewältigung im sozialen Umfeld. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt

GLADE T, J STÖTTER (2008) Gravitative Massenbewegungen und Schneelawinen. In: Felgentreff C, T Glade (Hrsg.) Naturrisiken und Sozialkatastrophen. Springer, Berlin, Heidelberg. S.150- 163

GROH D, M KEMPE, F MAUELSHAGEN [Hrsg.] (2003) Naturkatastrophen: Beiträge zu ihrer Deutung, Wahrnehmung und Darstellung in Text und Bild von der Antike bis ins 20. Jahrhundert. Narr, Tübingen

GTZ (2001) Katastrophenvorsorge Arbeitskonzept. Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, Eschborn

GTZ (2002) Municipio de Corinto, Nicaragua: Memoria con información de multiamenazas y gestión de riesgos. Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, Guatemala

GTZ (2003) El Salvador. Proyecto de reconstrucción con inclusión en la gestión de riesgo: Estrategias institucionales y elementos técnicos para la disminución del riesgo y de la dimensión de futuros desatres. Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, Eschborn

GTZ (2004) Handreichung Risikoanalyse- Eine Grundlage der Katastrophenvorsorge. Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, Eschborn

GTZ (2005a) Honduras. Gemeindeorientierte Katastrophenvorsorge und interkommunale Zusammenarbeit: Praktische Erfahrungen des Gemeindezweckverbands MAMUCA. Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, Eschborn

GTZ (2005b) Linking Poverty Reduction and Disaster Risk Management, Eschborn

GUHA-SAPIR D, D HARGITT, P HOYOIS (2004) Thirty years of natural disasters 1974-2003: The numbers. Presses Universitaires de Louvain, Louvain-la Neuve
http://www.em-dat.net/documents/Publication/publication_2004_emdat.pdf

HAVLICEK P, P HRADECKY (Hrsg.), M HRUBES, B MLCOCH, M OPLETAL, J SEBESTA, N. BUITRAGO, W. STRAUCH (1999) Estudio geológico y reconocimiento de la amenaza natural – área de Chinandega y León, Nicaragua. Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, Ceský Geologický Ústav, Managua, Prag
http://www.ineter.gob.ni/geofisica/geol/checos/1999chinandega/resumen.htm

HEWITT K (2007) Preventable Disasters: Addressing social vulnerability, institutional risk and civil ethics. In: Geographische Rundschau International Edition Vol. 3 (1), S. 43-52

HIDAJAT R (2001) Risikowahrnehmung und Katastrophenvorbeugung am Merapi in Indonesien. DKKV. Bonn www.dkkv.org/DE/publications/ressource.asp?ID=79

HIDAJAT R (2002) Risikowahrnehmung und Katastrophenvorbeugung am Merapi- Vulkan (Indonesien). In: Geographische Rundschau 54 (1), S. 24-29

HIDAJAT R (2008) Community Based Disaster Risk Management – Erfahrungen mit lokaler Katastrophenvorsorge in Indonesien. In: Felgentreff C, T Glade (Hrsg.) Naturrisiken und Sozialkatastrophen. Springer, Berlin, Heidelberg. S. 367- 380

IASC (2006) Protecting persons affected by natural disasters: IASC Operational Guidelines on Human Rights and Natural Disasters. Inter-Agency Standing Committee, Washington

INCAE-SICA (1999) Mitch, deuda externa, desastres, emigrantes, remesas. In: Envío 204, März 1999

INCER BARQUERO J (2000) Por qué ocurren los desastres naturales en Nicaragua. In: Wheelock Román J (Hrsg.), J Incer Barquero, L Cardenal Sevilla, AJ Rodriguez. Desastres naturales de Nicaragua: Guia para conocerlos y prevenirlos. Hispamer, Managua. S. 21-70

INETER (2001) Amenazas naturales de Nicaragua. Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, Managua

IPCC (2007) Klimaänderung 2007: Zusammenfassungen für politische Entscheidungsträger. Vierter Sachstandsbericht des Intergovernmental Panel on Climate Change (AR4). Bern, Wien, Berlin. http://www.de-ipcc.de/download/IPCC2007-FullDocument.pdf

ISDR (2004) Living with risk. A global review of disaster reduction initiatives 2004 version. http://www.unisdr.org/eng/about_isdr/bd-lwr-2004-eng.htm

ISDR (2005) Hyogo Framework for Action 2005-2015: Building the Resilience of Nations and Communities to Disasters. World Conference on Disaster Reduction 18-22 January 2005, Kobe, Hyogo, Japan

JACOBEIT J (2008) Neuere Perspektiven des Klimawandels. In: Kulke E, H Popp (Hrsg.) Umgang mit Risiken. Katastrophen – Destabilisierung – Sicherheit. Deutsche Gesellschaft für Geographie Bayreuth, Berlin. S. 115- 155

KRAKOWSKI M (2004) Poverty Reduction Strategy Papers in Lateinamerika: Nicaragua. HWWA-Report 241. Hamburgisches Welt-Wirtschafts-Archiv, Hamburg

KUNZ- PLAPP T (2008) Vorwarnung, Vorhersage und Frühwarnung. In: Felgentreff C, T Glade (Hrsg.) Naturrisiken und Sozialkatastrophen. Springer, Berlin, Heidelberg. S. 213- 223

LANGENBACH R (1989) Bricks, Mortar, and Earthquakes; Historic Preservation vs. Earthquake Safety. APT Bulletin, Volume 21, No. 3&4. S. 30- 43 http://www.conservationtech.com/rl's%20resume&%20pub's/RL-publications/Eq-pubs/1989-APT-Bulletin/APT_art.htm#_edn31

LAVELL THOMAS A, M ARGÜELLO RODRÍGUEZ (1999) Sistema de Naciones Unidas frente al desastre asociado con el Huracán Mitch en Honduras -de la atención de la emergencia a la gestión de riesgos- Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, Panama http://www.desenredando.org/public/articulos/1999/pnudhond/EvaluacionPNUDHonduras-1.0.0.pdf

LLANES GUERRA J (2007) Cuba: Paradigma en la reducción de riesgo de desastres. Oxfam International http://www.fucadhu.org/uploads/cuba_paradigma.pdf

LUHMANN N (1991) Soziologie des Risikos. De Gruyter, Berlin, New York

MAGRIN G, CG GARCÍA, DC CHOQUE, JC GIMÉNEZ, AR MORENO, GJ NAGY, C NOBRE AND A VILLAMIZAR (2007) Latin America. In: Climate Change 2007 - Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, S. 581-615 http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4-wg2-chapter13.pdf

MARKAU H J (2003) Risikobetrachtung von Naturgefahren: Analyse, Bewertung und Management des Risikos von Naturgefahren am Beispiel der Sturmflutgefährdeten Küstenniederungen Schleswig-Holsteins. Dissertation, Universität Kiel

MOSTERT W (2007) Unlocking potential, reducing risk: Renewable energy policies for Nicaragua. Renewable energy special report 003/07, August 2007. The World Bank, Washington http://esmap.org/filez/pubs/10292007102111_Nicaragua_Enhanced_Report4-10-07.pdf

MÜLLER-MAHN D (2007) Perspektiven der geographischen Risikoforschung. In: Geographische Rundschau 59 (10), S. 4-11

MÜNCHENER RÜCK (2005) Jahresrückblick Naturkatastrophen 2005. München

MÜNCHENER RÜCK (2006a) Hurrikane – stärker, häufiger, teurer. Assekuranz im Änderungsrisiko. München

MÜNCHENER RÜCK (2006b) Naturkatastrophen 2006. Analysen, Bewertungen, Positionen. München

MÜNCHENER RÜCK (2007) Risikofaktor Erde. Schadenspiegel 1/2007, 50. Jahrgang, München

MÜNCHENER RÜCK (2008a) Naturkatastrophen 2007. Analysen, Bewertungen, Positionen. München

MÜNCHENER RÜCK (2008b) Risikofaktor Luft. Schadenspiegel 1/2008, 51. Jahrgang, München

NAUSS T, J BENDIX (2008) Extreme Windereignisse- Tornados, Hurrikans, Stürme. In: Felgentreff C, T Glade (Hrsg.) Naturrisiken und Sozialkatastrophen. Springer, Berlin, Heidelberg. S. 181- 190

NIEDEK I, H FRATER (2004) Naturkatastrophen. Wirbelstürme, Beben, Vulkanausbrüche: Entfesselte Gewalten und ihre Folgen. Heidelberg

PLATE E, L CLAUSEN, U DE HAAR, HB KLEEBERG, G KLEIN, G MATTHEß, R ROTH, U SCHMINCKE [Hrsg.] (1993) Naturkatastrophen und Katastrophenvorbeugung. Bericht zur IDNDR, Deutsche Forschungsgemeinschaft. VCH, Weinheim

PLATE E, W KRON, SEIERT S (1993) Beitrag der deutschen Wissenschaft zur „International Decade for Natural Disaster Reduction (IDNDR)“ – Zusammenfassende Übersicht. In: Plate E, L Clausen, U de Haar, HB Kleeberg, G Klein, G Mattheß, R Roth, U Schmincke [Hrsg.] (1993) Naturkatastrophen und Katastrophenvorbeugung. Bericht zur IDNDR, Deutsche Forschungsgemeinschaft. VCH, Weinheim. S. 1-72

PLATE E J, B MERZ (1999) Ende der internationalen Dekade für die Reduzierung von Naturkatastrophen- Ein Resümee. In: Geographische Rundschau 51 (11), S. 647

PIELKE RA JR., RA PIELKE SR. (1997) Hurricanes: their nature and impacts on society. Chichester, New York

POHL J, R GEIPEL (2002) Naturgefahren und Naturrisiken. In: Geographische Rundschau 54, (1), S. 4- 8

POHL J (2008) Die Entstehung der geographischen Hazardforschung. In: Felgentreff C, T Glade (Hrsg.) Naturrisiken und Sozialkatastrophen. Springer, Berlin, Heidelberg. S. 47- 62

RICHTER M, S ADLER (2007) Naturgefahren und Risikoexposition in Mittelamerika: Unruheherd zwischen den Kontinenten. In: Geographische Rundschau 59 (1), S. 4- 11

ROCHA JL (2007a) Lo que el Mitch nos dejó ¿Listos para otro desastre? In: Envío Digital 301, April 2007 http://www.envio.org.ni/articulo/3513

ROCHA JL (2007b) Posoltega, a los nueve años de aquella tragedia. In: Envío Digital 305, August 2007 http://www.envio.org.ni/articulo/3621

RODRÍGUEZ AC (2000) La vulnerabilidad de Nicaragua. In: Wheelock Román J (Hrsg.), J Incer Barquero, L Cardenal Sevilla, AJ Rodriguez. Desastres naturales de Nicaragua: Guia para conocerlos y prevenirlos. Hispamer, Managua, Nicaragua

ROJAHN C (1973) The Managua, Nicaragua Earthquakes of December 23, 1972. In: Earthquake Information Bulletin, September- October 1973, Volume 5, Number 5

ROSALES M (2007) El Calentamiento Global y los Huracanes. In: SINAPRED somos todos, No. 02, Vol 1, November 2007, Managua, S. 17

SALDOMANDO A (2005) Die Lehren der Hurrikans „Mitch“. In: Le Monde diplomatique (Deutsche Ausgabe) Nr. 7588 vom 11.2.2005, Seite 14, 337 Dokumentation.

SANDNER V (1999) Auswirkungen der Hurrikans Mitch auf Zentralamerika. In: Geographische Rundschau 51 (7-8), S. 418- 423

SCHAEF T, K BRUNNER (2007) Katastrophenvorsorge im Einzugsgebiet des Río San Pedro in Bolivien. In: Geographische Rundschau 59 (10), S. 32- 38

SCHEFFERS A (2008) Tsunami. In: FELGENTREFF C, T GLADE (Hrsg.) Naturrisiken und Sozialkatastrophen. Springer, Berlin, Heidelberg. S. 173- 180

SCHMINCKE H-U (2000) Vulkanismus. 2. Aufl. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt

SCHMINCKE H-U, K-G HINZEN (2008) Vulkanismus und Erdbeben. In: Felgentreff C, T Glade (Hrsg.) Naturrisiken und Sozialkatastrophen. Springer, Berlin, Heidelberg. S. 141- 150

SCHNEIDER G (1992) Erdbebengefährdung. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt

SCHÖNINGER I, S KOOP (2006) Vorsorgen ist besser als „heilen“: Nach dem Hurrikan Mitch baute die Welthungerhilfe in Nicaragua ein Frühwarnsystem auf. Deutsche Welthungerhilfe, Bonn

SINAPRED (2001) Plan Nacional de Respuesta ante Desastres. Sistema Nacional para la Prevención de Desastres, Secretaría Ejecutiva, Managua

SINAPRED (2004) Plan de Respuesta Departamental con Enfoque de Gestión del Riesgo. Departamento de León, Región II. Sistema Nacional para la Prevención de Desastres, Managua

SINAPRED (2005a) Reporte sobre las Amenazas, Vulnerabilidad y Riesgos ante Inundaciones, Deslizamientos, Actividad Volcánica y Sismos. Departamento León, Municipio León. Sistema Nacional para la Prevención de Desastres, Managua

SINAPRED (2005b) Reporte sobre las Amenazas, Vulnerabilidad y Riesgos ante Inundaciones, Deslizamientos, Actividad Volcánica y Sismos. Departamento León, Municipio Telica. Sistema Nacional para la Prevención de Desastres, Managua

SINAPRED (2005c) Reporte sobre las Amenazas, Vulnerabilidad y Riesgos ante Inundaciones, Deslizamientos, Actividad Volcánica y Sismos. Departamento Chinandega, Municipio Chinandega. Sistema Nacional para la Prevención de Desastres, Managua

SINAPRED (2005d) Plan de Gestión de Riesgos. Departamento León, Municipio León. Sistema Nacional para la Prevención de Desastres, Managua

SLE [Hrsg.] (2006) Entwicklungspolitische Diskussionstage 2006: Katastrophenvorsorge-Eine Herausforderung für die Entwicklungszusammenarbeit. Schriftenreihe des Seminars für Ländliche Entwicklung. Dokumentation der Veranstaltung vom 4. April 2006 in Berlin

SMOLKA A (2007) Spezial: Erde – Wenn die Kräfte der Natur zur Gefahr werden. In: Münchener Rück Schadenspiegel 1/2007, 50. Jahrg., Themenheft: Risikofaktor Erde, S. 24-39

SNPMAD (2001) Plan Nacional de Respuesta ante Desastres. Sistema Nacional de Prevención, Mitigación y Atención de Desastres, Managua

STEIDINGER J, G GRAW (2005) Ein Notrufnetz für León. In: ASB Magazin 2/05, S. 14-15

STERR H (2007) Folgen des Klimawandels für Ozeane und Küsten. In: Endlicher W, FW Gerstengarbe (Hrsg.) Der Klimawandel – Einblicke, Rückblicke und Ausblicke – Potsdam, S. 86- 97

UNDP (2004) A global report: Reducing disaster risk - a challenge for development. United Nations Development Programme, Bureau for Crisis Prevention and Recovery, New York

UNDP (2007) Human Development Report 2007/2008. Fighting climate change: Human solidarity in a divided world. United Nations Development Programme, New York

United Nations General Assembly (2007) Sustainable development: International Strategy for Disaster Reduction - Implementation of the International Strategy for Disaster Reduction. Report of the Secretary-General, Sixty-second session, Item 56 (c) of the provisional agenda, 5 September 2007

UN- ISDR (2006) Global Survey of Early Warning Systems. An assessment of capacities, gaps and opportunities toward building a comprehensive global early warning system for all natural hazards. A report prepared at the request of the Secretary-General of the United Nations. Final Version. International Strategy for Disaster Reduction, Geneva http://www.unisdr.org/ppew/info-resources/ewc3/Global-Survey-of-Early-Warning-Systems.pdf

UN- ISDR (2007a) United Nations Documents Related to Disaster Reduction 2003-2005, Volume 3. International Strategy for Disaster Reduction, Geneva http://www.unisdr.org/eng/about_isdr/isdr-publications/04-un-resolutions-related-dr-vol3/un-doc-related-dr-vol3.pdf

UN- ISDR (2007b) Building Disaster Resilient Communities Good Practices and Lessons Learned. A Publication of the "Global Network of NGOs" for Disaster Risk Reduction 2007. International Strategy for Disaster Reduction, Geneva http://www.unisdr.org/eng/about_isdr/isdr-publications/06-ngos-good-practices/ngos-good-practices.pdf

UN- ISDR (2007c) Hyogo Framework for Action 2005-2015: Building the Resilience of Nations and Communities to Disasters. Extract from the final report of the World Conference on Disaster Reduction (A/CONF.206/6). International Strategy for Disaster Reduction, Geneva http://www.unisdr.org/eng/about_isdr/isdr-publications/07-hyogo-framework-for-action-english/hyogo-framework-for-action-english.pdf

UN- ISDR (2007d) Words Into Action: A Guide for Implementing the Hyogo Framework. Hyogo Framework for Action 2005-2015: Building the resilience of nations and communities to disasters. International Strategy for Disaster Reduction, Geneva http://www.unisdr.org/eng/about_isdr/isdr-publications/02-words-into-action/words-into-action.pdf

UN- ISDR (2008) La gestión de riesgo de desastres hoy – contextos globales, herramientas locales. International Strategy for Disaster Reduction, Geneva http://www.eird.org/gestion-del-riesgo/index.html

VELÁSQUEZ I, I CRISTÓBAL, J SÁENZ (2006) DIPECHO - Documento País: Nicaragua. European Community Humanitarian Office, Managua

VENRO (2005) Humanitäre Hilfe auf dem Prüfstand. Prinzipien, Kriterien und Indikatoren zur Sicherstellung und Überprüfung der Qualität in der humanitären Hilfe. VENRO-Arbeitspapier Nr. 14. Verband Entwicklungspolitik deutscher Nichtregierungsorganisationen e.V., Bonn

WBGU (1998) Welt im Wandel: Strategien zur Bewältigung globaler Umweltrisiken, Jahresgutachten 1998. Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung, Globale Umweltveränderungen, Bremerhafen

WBGU (2004) Welt im Wandel: Armutsbekämpfung durch Umweltpolitik. Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung, Globale Umweltveränderungen, Berlin

WBGU (2006) Die Zukunft der Meere – zu warm, zu hoch, zu sauer. Sondergutachten. Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung, Globale Umweltveränderungen, Berlin

WEICHSELGARTNER J (2001) Naturgefahren als soziale Konstruktion: Eine geographische Beobachtung der gesellschaftlichen Auseinandersetzung mit Naturrisiken. Dissertation Universität Bonn

WHEELOCK ROMÁN J (Hrsg.), J INCER BARQUERO, L CARDENAL SEVILLA, AJ RODRIGUEZ (2000) Desastres naturales de Nicaragua: Guia para conocerlos y prevenirlos. Hispamer, Managua, Nicaragua

WISNER B (2007) Regions at risk or people at risk? Wie natürlich sind "Naturkatastrophen"? In: Geographische Rundschau 59 (10), S. 12-18

WISNER B (2008) How Natural are "Natural" Disasters? In: Kulke E, H Popp (Hrsg.) Umgang mit Risiken. Katastrophen – Destabilisierung – Sicherheit. Deutsche Gesellschaft für Geographie, Bayreuth, Berlin. S. 99- 113

World Bank (2006) Hazards of Nature, Risks to Development: An IEG Evaluation of World Bank Assistance for Natural Disasters. World Bank Independent Evaluation Group, Washington
http://www.worldbank.org/ieg/naturaldisasters/docs/natural_disasters_evaluation.pdf

Anhang A

Liste der Befragten (Leitfadeninterviews)

Interview	Name	Ort	Datum	Alter	Sex	Bew.	Beruf
1	Don Rafael Mendiola	León	15.07.	85	m	12	Handwerker
2	Esperanza Chevez	Poneloya	16.07.	54	w	7	Hausfrau
3	Cristobal Fonseca	Ciudadela	16.07.	54	m	2	Pfarrer
4	Irene Pravia	Las Peñitas	16.07.	52	w	9	Verkäuferin
5	Isidora Mendoza	La Gallina II	16.07.	41	w	6	Hausfrau
6	Dora Zapata	La Gallina	16.07.	23	w	4	Landwirt/in
7	Marcio Urbina	Las Lomas	16.07.	43	m	4	Landwirt/in
8	Roque Argenial	San Sebastián	16.07.	60	m	7	Landwirt/in
9	Juana Betanco	El Obraje	16.07.	50	w	15	Landwirt/in
10	Claribel Chevez	La Concepcion	17.07.	19	w	8	Hausfrau
11	Clara Caballero	La Concepcion	17.07.	39	w	8	Landwirt/in
12	Marlene Silva Gomez	Mojón Sur II	17.07.	43	w	4	Landwirt/in
13	Darlin Javiva Sepeda	Mojón Sur I	17.07.	29	w	3	Landwirt/in
14	Argentina Torres	El Paraíso	17.07.	51	w	8	Landwirt/in
15	Azucena Caballero	Las Brisas	17.07.	60	w	14	Landwirt/in
16	Pablo Narvaez	Miramar	17.07.	62	m	5	Dorfvorsteher
17	Jose Pizarro	Palo de Lapa	17.07.	67	m	2	Landwirt/in
18	Angel Pizarro	Palo de Lapa	17.07.	43	m	6	Dorfvorsteher
19	Esther Davila Lopez	Rota	17.07.	30	w	4	Landwirt/in
20	Carla Rodriguez	Rota	17.07.	39	w	3	Landwirt/in
21	Patricia Herrero	León	19.07.	43	w	5	Hausfrau
22	Mercedes Manzanares	Poneloya	19.07.	48	w	8	Verkäuferin
23	Azucena Ribera Flores	Poneloya	19.07.	42	w	11	Hausfrau
24	Gugner Pallais	La Paz Centro	22.07.	52	m	4	Lehrer
25	Carlos Perez	Nagarote	22.07.	23	m	4	Student
26	Brunilda Martínez	El Tanque	23.07.	51	w	5	Landwirt/in
27	María Urutia	El Tanque	23.07.	47	w	5	Landwirt/in
28	Victor Manuel Rueda	Santa Narzisa	23.07.	68	m	4	Landwirt/in
29	Ana Isabel García	Rolando Rodriguez	23.07.	37	w	5	Landwirt/in
30	Medardo José León	Salinas Grandes	23.07.	25	m	12	Fischer
31	Lucía Valladares	Vía Esperanza	23.07.	42	w	6	Dorfvorsteher

Anhang B

Liste der Befragten (Expertengespräche)

ID	Name	Institution	Funktion	Ort	Datum
1	Hector Escoto	Defensa Civil León	Leiter	León	18.07.2007
2	Eliasar Eugarios Valles	Feuerwehr León	Subcomandante (Feuerwehrchef)	León	20.07.2007
3	Lic. Edgar Orosco	SINAPRED	Leiter SE-SINAPRED	Managua	24.07.2007
4	Wilfried Strauch	INETER	Leiter Geophysikalische Abteilung	Managua	24.07.2007
5	Iván Cortés García	Alcaldía Corinto	ehem. Koordinator für Auslandsprojekte	Corinto	26.07.2007
6	Alexi Molina	COMUPRED	Leiter COMUPRED - Corinto	Corinto	26.07.2007
7	Ernesto Mendez	Alcaldía Corinto	Bürgermeister	Corinto	26.07.2007
8	Edwin Alemán	Feuerwehr Corinto	Subcomandante (Feuerwehrchef)	Corinto	26.07.2007
9	Bayardo López	Feuerwehr León	Vertreter der Feuerwehr bei COMUPRED - León	León	27.07.2007
10	Jürgen Steidinger	ASB Nicaragua	Leiter	León	28.07.2007

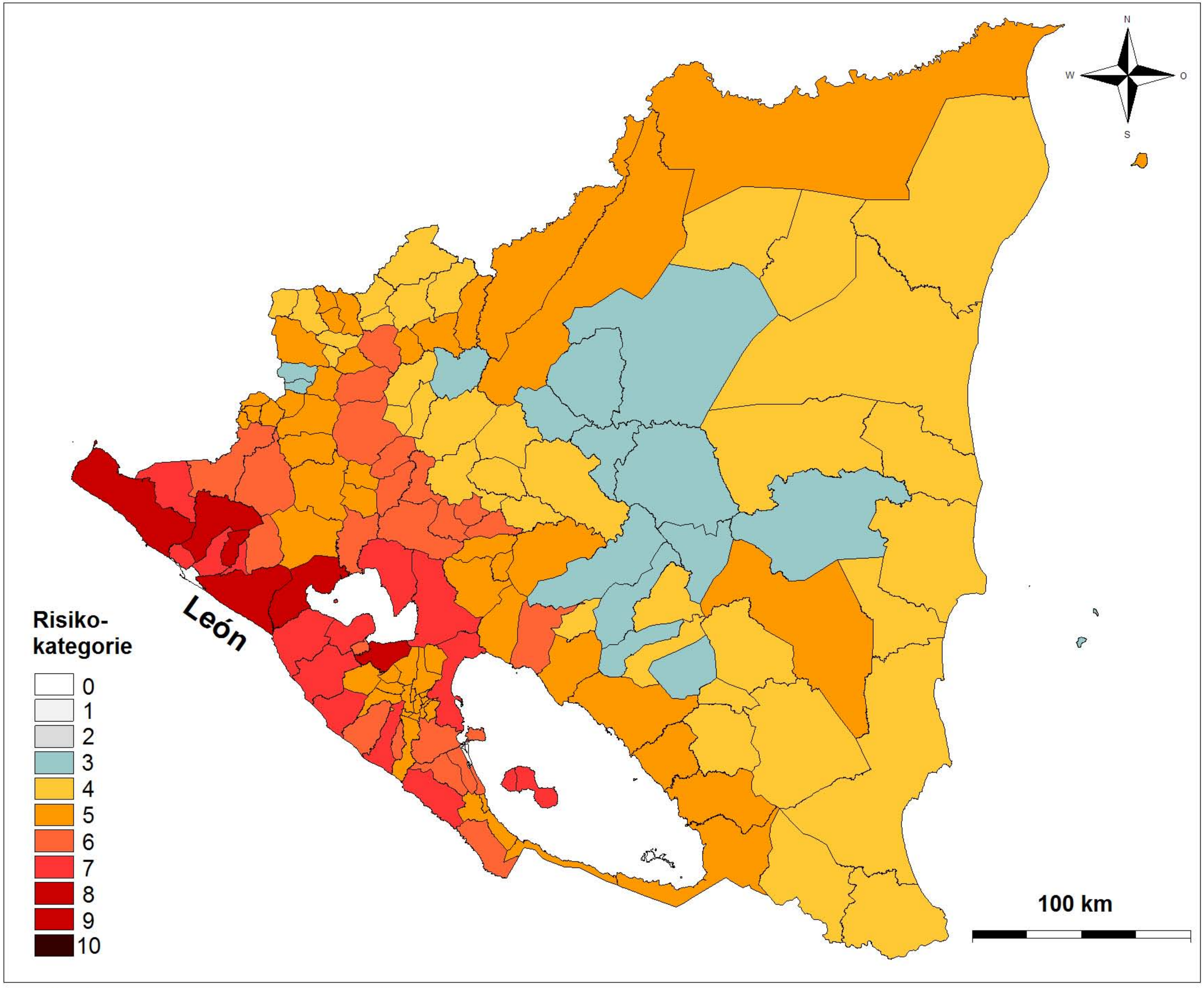
Anhang C

Interviewleitfaden

A.	**Soziökonomische Situation**
-	Alter, Geschlecht, Beruf, Geburtsort
-	Anzahl der Bewohner im Haushalt
B.	**Lokale Maßnahmen der Katastrophenvorsorge**
-	Wurde eine Risikoanalyse in der Gemeinde erstellt?
-	Gibt es Notfallpläne und Evakuierungspläne in der Gemeinde?
-	Gibt es Selbsthilfebrigaden in der Gemeinde?
-	Gibt es in den Schulen Erziehung im Hinblick auf die Katastrophenvorsorge?
C.	**Wissen, Erfahrung und Wahrnehmung**
-	Welchen Naturrisiken sind Sie in dieser Gemeinde ausgesetzt?
-	Sind Sie der Meinung an Ihrem Wohnort selbst bedroht zu sein?
-	Welches sind die Ursachen für diese Naturgefahren?
-	Haben Sie schon mal eine Naturkatastrophe selbst erlebt?
D.	**Migrationserwägung**
-	Haben Sie jemals erwogen Ihren jetzigen Wohnort wegen der Naturgefahren zu verlassen um sicherer zu leben?
-	Wenn ja, welche Gründe haben Sie daran gehindert?
E.	**Wege und Nutzung der Frühwarnung**
-	Erhalten Sie Warnungen über das SAT bei bevorstehenden Naturereignissen?
-	Betrachten Sie die SAT als hilfreich, fühlen Sie sich durch diese besser geschützt?
-	Hat die SAT für Sie einen Nutzen im Alltag?
-	Nutzen Sie andere Kommunikationsmittel um sich über bevorstehende Naturereignisse zu informieren?
F.	**Sicherheitsempfinden**
-	Meinen Sie im Katastrophenfall schnelle Hilfe seitens der Regierung zu erhalten?
-	Geben Ihnen etwaige Selbsthilfebrigaden das Gefühl sich besser helfen zu können?
G.	**Akzeptanz, empfundener Nutzen, Unterstützung**
-	Meinen Sie, dass präventive Maßnahmen Ihnen helfen Naturkatastrophen zu vermeiden oder zumindest zu verringern?
-	Betrachten Sie es als sinnvoll beispielsweise in die Wartung der SAT zu investieren?

Anhang D

Risikoklassifizierung Nicaraguas



Quelle: INETER 2000; Eigene Darstellung

Anhang E

Nicaragua Länderprofil

Ländername	Republik Nicaragua
Einwohner	5,25 Millionen (2006)
Fläche	130.000 km²
Hauptstadt	Managua (1,5 Millionen Einwohner)
Klima	tropisch
Regierungsform	Republik mit präsidialer Verfassung
Bevölkerungswachstum	2% (2006)
Altersstruktur	37,9% unter 15 Jahre, 4% 65 Jahre und älter (2005)
Lebenserwartung	70 Jahre (2005)
Umfang der deutschen Entwicklungszusammenarbeit	7,25 Millionen Euro (2008)
Religionen	römisch-katholisch (80%), protestantische Religionsgemeinschaften (20%)
Sprachen	Spanisch, Creolisch (Karibik-Englisch), Indiosprachen (Miskito, Sumu, Rama, Garífuna)
Bruttonationaleinkommen	4,968 Milliarden US-Dollar (2005)
Auslandsverschuldung gesamt	4,391 Milliarden US-Dollar (2006)
Schuldendienst gesamt (in Prozent der Ausfuhren von Gütern und Dienstleistungen sowie des Nettoeinkommens aus dem Ausland)	4% (2006)
LDC-Kategorie*	DC = developing country
Anteil der Bevölkerung mit weniger als 1 US-Dollar pro Tag	45,1% (1990-2005)
Unterernährte Bevölkerung	27% (2005)
Öffentliche Bildungsausgaben in Prozent des Bruttoinlandsproduktes	3,1% (2002-2005)
Anteil der Kinder im schulpflichtigen Alter, die eine Grundschule besuchen	87% (2005)
Anteil der Menschen, die lesen und schreiben können	76,7% (1995-2005)
Anteil der Sitze in nationalen Parlamenten, die von Frauen eingenommen werden	20,7% (2005)
Anzahl der Kinder, die vor ihrem fünften Geburtstag sterben (pro 1.000 Lebendgeburten)	37 (2005)
Anzahl der Mütter, die während der Schwangerschaft oder bei der Geburt ihres Kindes sterben (pro 100.000 Lebendgeburten)	230 (2000)
HIV/AIDS-Quote (Erwachsene zwischen 15 und 49 Jahren)	0% (2005)

Quelle: BMZ ; Verändert (http://www.bmz.de/de/laender/partnerlaender/nicaragua/profil.html)

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit ohne fremde Hilfe selbständig verfasst und nur die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe.

Alle Stellen, die im Wortlaut und dem Sinn nach anderen Werken entnommen sind, sind durch Angabe der Quellen kenntlich gemacht.

Ich bin mit einer zukünftigen Ausleihe meiner Diplomarbeit einverstanden.

Hamburg, den 12.09.2008

Daniel Batlle